

УДК 378.147:744:004.9

МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ПОСТРОЕНИЮ СЕЧЕНИЙ ВАЛА В КОМПАС-3D В ДИСТАНЦИОННОМ КУРСЕ MOODLE

Кузнецова Т. В.

ФГБОУ ВО «Херсонский технический университет, Геническ, Россия

E-mail: TanaKuznetsova@yandex.ru

В статье представлена методика организации практической работы по построению сечений вала в дистанционном курсе Moodle. Рассмотрена последовательность действий от анализа формы детали и выполнения ручного эскиза до создания модели и оформления чертежа в КОМПАС-3D. Определены назначение каждого этапа, требования ЕСКД и порядок представления результатов. Предложена система оценивания, учитывающая правильность построений, выбор секущих плоскостей, нанесение размеров и устранение замечаний. Методика позволяет контролировать ход выполнения задания и своевременно выявлять ошибки. Материалы могут применяться при обучении инженерной и компьютерной графике. Для подтверждения результативности требуется проверка методики в учебном процессе.

Ключевые слова: дистанционное обучение, инженерная графика, сечения вала, ручной эскиз, цифровое моделирование, конструкторская документация, поэтапный контроль.

ВВЕДЕНИЕ

Построение сечений вала требует владения графическими приемами и развитого пространственного мышления. Сначала необходимо определить цилиндрические и призматические части детали, выявить отверстия, пазы и местные углубления. Затем следует выбрать положение секущих плоскостей, установить необходимый состав изображений и оформить чертеж в соответствии с установленными требованиями. Ошибка, возникшая при первоначальном восприятии формы, переносится и на этап автоматизированного построения. В результате геометрически точный контур, созданный в системе автоматизированного проектирования, не соответствует содержанию задания. При очном обучении преподаватель может проследить ход рассуждений по черновым построениям и пояснениям обучающегося. В условиях полностью дистанционной работы промежуточные действия необходимо фиксировать в электронной образовательной среде. Если на проверку представляется только итоговый документ или файл чертежа, установить причину ошибки затруднительно.

Согласно опубликованным исследованиям по дистанционному преподаванию графических дисциплин, результативность учебного процесса обеспечивается заблаговременной подготовкой учебных материалов, поэтапным контролем выполнения заданий и регулярным взаимодействием преподавателя с обучающимися [1, 2]. Система Moodle позволяет объединить указанные элементы в рамках одного курса, однако содержание задания и последовательность его выполнения определяются преподавателем.

Важно выбрать обоснованное соотношение между ручными и автоматизированными способами построения изображений. Выполнение эскиза от руки дает возможность установить, насколько обучающийся понимает форму детали и связь между ее изображениями до перехода к работе в системе автоматизированного проектирования. Последующее создание электронной модели и чертежа со взаимосвязанными видами позволяет уточнить построения и проверить соблюдение проекционных связей. Таким образом, ручные и автоматизированные способы выполнения графических работ не исключают, а дополняют друг друга, последовательно применяясь на соответствующих этапах обучения [3]. Поскольку в учебной литературе могут приводиться устаревшие редакции ГОСТ, при выполнении и проверке практической работы необходимо руководствоваться действующими нормативными документами.

Объектом исследования является обучение студентов инженерной и компьютерной графике в дистанционном формате. Предмет исследования – организация практического занятия по построению сечений вала с использованием системы Moodle и программы КОМПАС-3D.

Оценивание результатов не может ограничиваться проверкой текстовых ответов: преподавателю необходимо ознакомиться с выполненными графическими работами и этапами их создания, а также иметь возможность давать замечания по отдельным фрагментам изображения. Ж. А. Назарова рассматривает дистанционное изучение графических дисциплин как целостную систему, предполагающую согласованность содержания курса, самостоятельной работы обучающихся и форм контроля [1].

С. А. Игнатьев, А. И. Фоломкин, З. О. Третьякова и К. О. Глазунов рассматривают организацию обучения начертательной геометрии в системе Moodle: размещение учебных материалов, выдачу заданий и контроль их выполнения [2]. Вместе с тем авторы не предлагают самостоятельной методики построения сечений вала.

А. Н. Исаев и Ф. Т. Шакирова обосновывают необходимость взаимосвязанного освоения ручных и компьютерных способов выполнения графических работ в ходе инженерно-графической подготовки [3]. И. Д. Столбова, Л. В. Кочурова и К. Г. Носов рассматривают цифровую объемную модель как средство преобразования проектно-конструкторской деятельности и геометро-графического образования [4]. Следовательно, ручной эскиз целесообразно применять на этапе первоначального поиска и обоснования замысла, а цифровую модель – для его последующей разработки, уточнения и проверки.

В исследованиях, посвященных применению КОМПАС-3D при изучении геометро-графических дисциплин, подчеркиваются возможности наглядного представления формы и построения взаимосвязанных изображений [5]. При разработке методики важно разграничивать операции, выполняемые программой, и учебные действия студента. Программа автоматически создает проекционно связанные виды по трехмерной модели, однако студент должен самостоятельно определить, какие сечения необходимы для изображения пазов и отверстий, обосновать положение секущей плоскости и выбрать базу для нанесения размеров.

Оценивание в ходе обучения позволяет осуществлять контроль непосредственно в процессе выполнения работы. А. Г. Широколобова характеризует проверку по заранее установленным критериям с использованием электронной образовательной среды как открытую систему требований, предусматривающую пояснения по каждому показателю [6]. При выполнении графического задания итоговый результат следует определять с учетом качества оформления, правильности анализа формы, обоснованности выбора секущих плоскостей, выполнения эскиза от руки и устранения выявленных недостатков. Профессиональная направленность задания предполагает также соответствие графического решения конструкции детали и функциональному назначению ее элементов [7]. Однако единое задание, включающее ручной эскиз, работу в КОМПАС-3D и поэтапную проверку, в них не представлено. Научная новизна исследования заключается в разработке методики дистанционного обучения построению сечений вала на примере конкретной практической работы. Поэтапное выполнение задания позволяет преподавателю выявлять ошибки студента и давать рекомендации по их исправлению до завершения окончательного чертежа в КОМПАС-3D.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Цель работы – разработка методики, позволяющей контролировать основные этапы выполнения графического задания: анализ формы объекта, подготовку эскиза от руки, построение цифровой модели, проверку соответствия установленным нормам и внесение необходимых исправлений.

Для достижения цели решены следующие задачи: определено место ручного эскиза в цифровой работе, уточнена нормативная основа задания, разработана последовательность действий в Moodle, соотнесены действия в КОМПАС-3D с осваиваемыми умениями, составлены критерии оценивания практической работы, обозначены ограничения методики и условия ее проверки в реальном учебном процессе.

Основой исследования послужила практическая работа «Построение сечений вала», содержащая теоретические сведения, образец выполнения эскиза и варианты заданий. При подготовке статьи учитывались действующие требования ЕСКД [8–12], а порядок работы в системе КОМПАС-3D определялся в соответствии с официальной справочной документацией [13, 14]. В работе проведен анализ научной и учебно-методической литературы, нормативных документов, практического опыта, а также функциональных возможностей КОМПАС-3D и Moodle.

На основе полученных данных разработана последовательность обучения и предложен проект системы оценивания, который требует экспертной оценки и практической апробации. Педагогический эксперимент и статистическая обработка результатов не проводились.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание задания и нормативные ориентиры

Продольное изображение вала позволяет определить его общую форму и основные размеры, однако не всегда дает полное представление о

поперечном очертании отдельных участков. Для изображения шпоночных пазов, лысок, радиальных и глухих отверстий выполняют сечения или местные разрезы. Поэтому работу начинают с анализа исходной аксонометрии или предложенного варианта, последовательно выделяя ступени, канавки, пазы, отверстия и переходные поверхности. Затем определяют, какие элементы отображаются на главном виде достаточно ясно, а для каких необходимо построить дополнительное изображение, обеспечивающее однозначное понимание формы детали.

На сечении изображают фигуру, образованную непосредственно секущей плоскостью, а на разрезе дополнительно показывают элементы предмета, расположенные за ней. При выборе между вынесенным и наложенным сечениями учитывают наглядность и общую компоновку чертежа. В учебных работах рекомендуется применять вынесенное сечение, поскольку его контур и штриховка не пересекаются с линиями основного изображения. Способ обозначения выбирают с учетом симметричности полученной фигуры и места ее размещения, включая расположение в разрыве между частями одного вида [8].

Размеры наносят с учетом конструкторских и технологических баз. Для ступенчатого вала диаметры характеризуют поверхности вращения, а продольные размеры задают положение уступов, пазов и отверстий относительно торцов или выбранных баз. Во избежание образования замкнутой размерной цепи не допускается механически переносить все размеры из исходного варианта. Нанесение размеров и предельных отклонений выполняют в соответствии с ГОСТ 2.307-2011 [9]. Типы и толщину линий выбирают по ГОСТ 2.303-68 [10], графические обозначения материалов и штриховку – по ГОСТ 2.306-68 [11], а основную надпись оформляют согласно ГОСТ Р 2.104-2023 [12].

Предварительный ручной эскиз позволяет проверить принятое графическое решение до перехода к работе в КОМПАС-3D. На эскизе студент показывает главный вид, необходимые сечения, осевые линии и основные размеры. Это позволяет преподавателю оценить правильность определения формы детали, выбора сечений и размещения изображений. При проверке учитываются прежде всего грамотность и наглядность графического решения, а не тщательность оформления.

Методическая модель дистанционной работы

Разработанная модель «От анализа формы и ручного эскиза к цифровому учебному чертежу» представлена в таблице 1. Обучающийся заранее знакомится с перечнем необходимых материалов и критериями их оценки, а преподаватель может определить этап, на котором была допущена ошибка.

Дистанционный учебный раздел рекомендуется организовать поэтапно. Сначала обучающиеся знакомятся с заданием, его вариантами, основными требованиями и перечнем материалов для проверки. Затем они проходят проверку знаний по теме, выполняют эскиз и цифровой чертеж и загружают готовые работы. На заключительном этапе описывают исправления, внесенные с учетом замечаний преподавателя.

Таблица 1

Методическая модель «От анализа формы и ручного эскиза к цифровому учебному чертежу»

Этап	Основное действие	Материалы	Проверяемый итог
Целевой	Уточнение цели, требований и состава работы	Задание, план работы	Понимание требований
Диагностический	Проверка знаний о видах, разрезах, сечениях и размерах	Тест, графическое задание	Выявленные затруднения
Нормативный	Соотнесение требований ЕСКД с элементами чертежа	Стандарты, лист самопроверки	Правильное применение норм
Аналитико-графический	Анализ формы вала, выбор главного вида и секущих плоскостей	Исходный вариант, схема анализа	Обоснованный состав изображений
Ручное выполнение	Эскиз вида, сечений, осей и основных размеров	Бумажный эскиз, снимок или скан	Верная компоновка и передача формы
Цифровое выполнение	Построение модели и учебного чертежа	КОМПАС-3D, рабочие файлы, PDF	Верные геометрия, размеры и оформление
Проверка и исправление	Самопроверка и исправление ошибок	Версии файлов, замечания преподавателя	Точные исправления без новых противоречий
Этап	Основное действие	Материалы	Проверяемый итог

После оценки студент исправляет выявленные ошибки. Если возникли трудности с пониманием формы детали, он возвращается к аналитико-графическому блоку. При ошибках в штриховке он повторно обращается к нормативно-ориентировочному этапу. Если нарушена проекционная связь, заново выполняет построение вручную или в графической программе. Исправленный файл студент загружает в Moodle и кратко поясняет внесенные изменения.

Для организации такой работы дистанционный модуль в Moodle можно разделить на четыре части. В первой размещаются задание, варианты, основные нормативные требования и перечень файлов для загрузки. Во второй проводится проверка основных понятий по теме. Третья часть предназначена для выполнения и загрузки ручного эскиза и цифрового

чертежа. В заключительной части студент кратко описывает внесенные после проверки изменения.

Для проверки рекомендуется представить следующие материалы: фотографию или скан-копию выполненного от руки эскиза в формате PDF, отражающего первоначальный замысел. Редактируемые файлы КОМПАС-3D, необходимые для оценки структуры цифрового построения. Чертеж сохраняют в формате PDF, а модель в исходном файле КОМПАС-3D. При перебоих в работе интернета студент может представить все материалы позднее, в срок, согласованный с преподавателем. Комментарии преподавателя должны соответствовать установленным критериям и содержать точное указание на допущенную ошибку. Формулировка «исправить сечение» недостаточно конкретна, поскольку не позволяет студенту понять, что именно выполнено неверно. Например, в замечании можно указать, что в сечении А-А паз показан неправильно, и предложить проверить его построение по ГОСТ 2.305-2008. После этого студент самостоятельно вносит необходимые исправления в чертеж.

Геометрическое моделирование и построение сечений в КОМПАС-3D

Компьютерное моделирование выполняют на основе предварительного анализа геометрии детали. Сначала создают основные поверхности вращения, затем – элементы, нарушающие осевую симметрию или изменяющие поперечное сечение: пазы, лыски и отверстия. Такое построение позволяет соотнести каждый конструктивный элемент исходной детали с соответствующим элементом цифровой модели и определить, какие из них требуют дополнительного изображения на рабочем чертеже.

В КОМПАС-3D документы «Деталь» и «Чертеж» имеют разные назначения. В документе «Деталь» создается трехмерная геометрия, «Эскиз» является объектом моделирования, размещенным на плоскости или плоской грани, а не самостоятельным документом [14]. Документ «Чертеж» содержит виды, разрезы, сечения, размеры, обозначения и основную надпись. При этом 3D-модель рассматривается как этап создания чертежа, а эскиз от руки следует отличать от цифрового объекта «Эскиз» в КОМПАС-3D. На первом цифровом этапе студент создает модель на основе формы детали, которая была предварительно проанализирована вручную. Осевой профиль основных ступеней выполняется в объекте «Эскиз», после чего формируется тело вращения. Затем отдельными операциями формируют пазы, лыски и отверстия. При проверке преподаватель оценивает последовательность построения, понятность структуры модели и ее соответствие исходному заданию.

После этого создают документ «Чертеж» и выбирают главный вид детали. Согласно официальной справке КОМПАС-3D, для построения изображений применяют команды «Проекционный вид» и «Разрез/сечение» [13]. Использование ассоциативных видов обеспечивает сохранение проекционной связи между ними. При этом студент самостоятельно определяет, какие виды и сечения необходимы для полного изображения формы детали. При построении сечения студент задает положение секущей плоскости, проверяет ориентацию сечения, контур фигуры и штриховку. Полученное изображение сопоставляется с эскизом, выполненным от руки.

При выявлении расхождений необходимо уточнить форму детали, расположение секущей плоскости и последовательность построений. Размеры проставляются в документе «Чертеж» после выбора баз и определения необходимого состава изображений. В КОМПАС-3D предусмотрено нанесение линейных и угловых размеров, а также диаметров и радиусов. Важно не только установить числовое значение, но и обосновать необходимость каждого размера, выбрав для него соответствующее место на чертеже.

Основную надпись заполняют после проверки геометрии и размеров детали. Затем чертеж просматривают целиком и при увеличении отдельных участков. Студент проверяет отсутствие наложений, читаемость обозначений, правильность линий и полноту изображения формы детали. Сохранение работы в формате PDF служит завершающим этапом подготовки документа к загрузке в Moodle.

Критерии оценивания практической работы

Практическую работу оценивают по семи критериям, представленным в таблице 2. Их перечень и максимальные баллы студент получает вместе с заданием. При проверке учитывают не только итоговый чертеж, но и ход выполнения работы.

Таблица 2

Критерии оценивания практической работы

Критерий	Баллы	Что проверяется
Анализ формы и выбор секущих плоскостей	15	Правильность понимания формы детали, выбор главного вида, положение и обоснование секущих плоскостей.
Предварительный ручной эскиз	10	Состав изображений, компоновка, пропорции, проекционная связь, осевые линии и основные размеры.
Геометрия модели в КОМПАС-3D	15	Соответствие исходному варианту, точность геометрии, последовательность построений и возможность редактирования модели.
Построение сечений вала	25	Контур сечения, элементы, попавшие в секущую плоскость, направление взгляда, штриховка и обозначения.
Размеры и базы	15	Полнота размеров, выбор баз, отсутствие дублирования и замкнутых размерных цепей.
Соблюдение требований ЕСКД и общее оформление	15	Типы и толщина линий, оси, рамка, основная надпись, размещение изображений и читаемость чертежа.
Самопроверка и пояснение решения	5	Заполнение листа самопроверки и краткое пояснение выбранного решения. При повторной сдаче указываются внесенные изменения.

Балл по каждому критерию выбирают в пределах установленного диапазона, представленного в таблице 3. Такой порядок позволяет учесть степень выполнения задания и выставить промежуточный балл.

Таблица 3

Балльные диапазоны

Максимум по критерию	Без существенных недостатков	Есть отдельные недочеты	Выполнено частично	Есть значительные недостатки	Не выполнено
25	23-25	19-22	13-18	1-12	0
15	14-15	12-13	8-11	1-7	0
10	9-10	8	5-7	1-4	0
5	5	4	2-3	1	0

Правила оценивания

1. Каждый критерий оценивается отдельно.
2. Верхнюю границу диапазона выбирают, если недочеты единичны и легко исправляются. Нижнюю границу применяют, если нужна заметная доработка.
3. Одна и та же ошибка не снижает балл по нескольким критериям.
4. Если сечения построены верно, но выбор секущих плоскостей не обоснован, снижается только балл за анализ формы.
5. Ошибки в контуре, штриховке и обозначении сечений учитываются по критерию «Построение сечений вала».
6. Ноль баллов ставят, если часть работы отсутствует, не соответствует заданию или не позволяет оценить результат. При наличии читаемого, но ошибочного решения выставляется не менее одного балла.
7. После проверки студент может один раз представить исправленную работу. Ее повторно оценивают по всем критериям. Баллы за первую и повторную сдачу не складываются.
8. Преподаватель указывает балл и кратко поясняет, какие недостатки повлияли на оценку.

Итоговая оценка определяется количеством набранных баллов. Результат от 90 до 100 баллов соответствует высокому уровню и оценке «5» («отлично»). От 75 до 89 баллов – достаточному уровню и оценке «4» («хорошо»). От 60 до 74 баллов – базовому уровню и оценке «3» («удовлетворительно»). От 0 до 59 баллов – недостаточному уровню и оценке «2» («неудовлетворительно»).

Практическая значимость и ограничения методики

Методика объединяет ручной эскиз, цифровую модель и итоговый чертеж. Moodle позволяет проследить ход работы и проверить внесенные исправления. Практическая ценность методики состоит в том, что ее можно внедрить в учебный модуль Moodle без создания отдельной системы. Для проведения работы преподаватель готовит варианты заданий, проверочные вопросы, перечень файлов, критерии оценивания и правила повторной

сдачи. Методику можно использовать при обучении инженерной графике, если студенты имеют доступ к КОМПАС-3D и могут перевести выполненный от руки эскиз в электронный вид.

Работа имеет ряд ограничений. Предложенная модель пока не применялась в учебном процессе, поэтому оценивать ее влияние на успеваемость и число ошибок преждевременно.

В исследовании не учитывались исходный уровень графической подготовки студентов и качество оборудования. Кроме того, следует определить продолжительность отдельных этапов. В дальнейшем методику следует проверить на нескольких учебных группах, сравнив результаты работ и характер внесенных исправлений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана методика поэтапного выполнения работы «Сечения вала» в дистанционном курсе. Она объединяет анализ формы детали, ручной эскиз, построение модели и оформление чертежа в КОМПАС-3D. Методика включает восемь связанных этапов и позволяет возвращаться к предыдущему этапу для исправления ошибок. Система оценивания распределяет 100 баллов между основными видами работы и помогает преподавателю давать точные замечания.

Методика может быть положена в основу практической работы «Сечения вала» при полностью дистанционном обучении. Оценить ее эффективность можно только после применения в учебном процессе на основе выполненных заданий и анализа внесенных исправлений.

Список литературы

1. Назарова Ж. А. Графическая подготовка студентов с применением форм дистанционного обучения / Назарова Ж. А. // Геометрия и графика. – 2022. – Т. 10, № 4. – С. 59–66. DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-4-59-66.
2. Игнатьев С. А. Электронная обучающая среда Moodle как эффективное средство организации обучения начертательной геометрии в условиях пандемии COVID-19 / Игнатьев С. А., Фоломкин А. И., Третьякова З. О., Глазунов К. О. // Геометрия и графика. – 2020. – Т. 8, № 3. – С. 52–66. DOI: 10.12737/2308-4898-2020-52-66.
3. Исаев А. Н. Интеграция ручной и компьютерной графики в процессе изучения дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» / Исаев А. Н., Шакирова Ф. Т. // Геометрия и графика. – 2025. – Т. 13, № 2. – С. 42–50. DOI: 10.12737/2308-4898-2025-13-2-42-50.
4. Столбова И. Д. О возрастании роли цифровой 3D-модели в проектной деятельности и геометрографическом образовании / Столбова И. Д., Кочурова Л. В., Носов К. Г. // Информатика и образование. – 2022. – Т. 37, № 1. – С. 59–68. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-1-59-68.
5. Назарова Ж. А. Возможности применения графического редактора «КОМПАС-3D» при изучении дисциплин геометро-графического цикла / Назарова Ж. А., Бакановский Д. В. // Журнал естественнонаучных исследований. – 2025. – Т. 10, № 2. – С. 31–38. URL: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/96790/view>
6. Широколобова А. Г. Организация балльно-критериального оценивания обучающихся по смешанной модели в условиях цифровизации образования / Широколобова А. Г. // Вестник Алтайского государственного педагогического университета. – 2021. – № 4. – С. 43–48. DOI: 10.37386/2413-4481-2021-4-43-48.
7. Притыкин Ф. Н. Задания профессиональной направленности как мотивация изучения инженерной и компьютерной графики / Притыкин Ф. Н., Кайгородцева Н. В., Медведева М. Н., Крысова И. В. // Геометрия и графика. – 2025. – Т. 13, № 4. – С. 33–42. DOI: 10.12737/2308-4898-2025-13-4-33-42.
8. ГОСТ 2.305-2008. Единая система конструкторской документации. Изображения - виды, разрезы, сечения. Введ. 01.07.2009. Москва: Стандартинформ, 2009.

9. ГОСТ 2.307-2011. Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений. Введ. 01.01.2012. Москва: Стандартинформ, 2012.
10. ГОСТ 2.303-68. Единая система конструкторской документации. Линии. Введ. 01.01.1971. Москва: Стандартинформ.
11. ГОСТ 2.306-68. Единая система конструкторской документации. Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах. Введ. 01.01.1971. Москва: Стандартинформ.
12. ГОСТ Р 2.104-2023. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. Введ. 01.03.2024. Москва: Российский институт стандартизации, 2023.
13. КОМПАС-3D. Построение видов: официальная справка. URL: https://help.ascon.ru/KOMPAS/23/ru-RU/433_glava50_postroenie_vidov.html
14. КОМПАС-3D. Общие сведения об эскизах: официальная справка. URL: https://help.ascon.ru/KOMPAS/23/ru-RU/236_22_1_obshch_sved_ob_esk.html

METHODOLOGY FOR ORGANIZING PRACTICAL WORK ON CONSTRUCTING SHAFT SECTIONS IN KOMPAS-3D IN THE MOODLE DISTANCE COURSE

Kyznetsova T. V.

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kherson Technical
University", Genichesk, Russia
E-mail: TanaKyznetsova@yandex.ru*

The article presents a method for organizing practical work on constructing shaft sections in the Moodle distance course with the use of KOMPAS-3D. The purpose of the study is to develop a clear sequence of learning activities that allows the teacher to supervise the main stages of the assignment and identify errors before the final drawing is completed. The object of the study is the teaching of engineering and computer graphics in distance education. The subject is the organization of practical work devoted to the analysis of a shaft shape and the construction of its sections.

The proposed method combines manual and computer-based forms of graphical work. First, students analyse the shape of the part, distinguish its main elements and determine the required cutting planes. After that, they prepare a manual sketch containing the principal view, sections, centre lines and basic dimensions. The sketch helps the teacher assess whether the form of the part and the relations between its images have been understood correctly. At the following stage, students create a three-dimensional model and prepare an engineering drawing in KOMPAS-3D. The completed work is checked for compliance with the requirements of the Unified System for Design Documentation.

The distance assignment includes eight related stages: clarification of the purpose and requirements, initial knowledge assessment, study of relevant standards, analysis of the part, preparation of a manual sketch, construction of the computer model and drawing, correction of errors, and explanation of the changes made. Moodle is used to provide learning materials, collect intermediate and final results, and communicate the teacher's comments. Students submit a scanned manual sketch, editable KOMPAS-3D files and a drawing in PDF format.

A criterion-based assessment system is proposed. It takes into account the analysis of the shaft shape, the choice of cutting planes, the quality of the sketch,

the accuracy of the computer model, the construction of sections, dimensioning, compliance with drafting standards and the results of self-checking. The method makes it possible to examine both the final drawing and the process of its preparation. It may be applied in courses on engineering and computer graphics. Since no teaching experiment has yet been conducted, the effectiveness of the proposed method should be confirmed through its use with student groups.

Keywords: distance learning, engineering graphics, shaft sections, hand-drawn sketch, digital modeling, design documentation, phased control.

References

1. Nazarova Zh. A. Graphic training of students using forms of distance learning, *Geometry & Graphics*, **10** (4), 59 (2022).
2. Ignatiev S. A., Folomkin A. I., Tretyakova Z. O., Glazunov K. O., Moodle electronic learning environment as an effective means of organizing descriptive geometry training during the COVID-19 pandemic, *Geometry & Graphics*, **8** (3), 52 (2020).
3. Isaev A. N., Shakirova F. T., Integration of manual and computer graphics in the process of studying the discipline "Engineering and Computer Graphics", *Geometry & Graphics*, **13** (2), 42 (2025).
4. Stolbova I. D., Kochurova L. V., Nosov K. G., On the increasing role of the digital 3D model in project activities and geometric and graphic education, *Informatics and Education*, **37** (1), 59 (2022).
5. Nazarova Zh. A., Bakanovsky D. V., Possibilities of using the KOMPAS-3D graphic editor in studying geometric and graphic disciplines, *Journal of Natural Science Research*, **10** (2), 31 (2025).
6. Shirokolobova A. G., Organization of score- and criterion-based assessment of students using a blended learning model in the context of education digitalization, *Bulletin of Altai State Pedagogical University*, (4), 43 (2021).
7. Pritykin F. N., Kaygorodtseva N. V., Medvedeva M. N., Krysova I. V., Professional tasks as a motivation for studying engineering and computer graphics, *Geometry & Graphics*, **13** (4), 33 (2025).
8. GOST 2.305–2008, *Unified system for design documentation*. Images-views, sections and cuts (Standartinform, Moscow, 2009).
9. GOST 2.307–2011, *Unified system for design documentation*. Dimensioning and tolerancing (Standartinform, Moscow, 2012).
10. GOST 2.303–68, *Unified system for design documentation*. Lines (Standartinform, Moscow, 1968).
11. GOST 2.306–68, *Unified system for design documentation*. Graphic designations of materials and rules for their representation in drawings (Standartinform, Moscow, 1968).
12. GOST R 2.104–2023, *Unified system for design documentation*. Document title block (Russian Institute for Standardization, Moscow, 2023).
13. ASCON, KOMPAS-3D. Building views, KOMPAS-3D Official Help, version 23. URL: https://help.ascon.ru/KOMPAS/23/ru-RU/433_glava50_postroenie_vidov.html
14. ASCON, KOMPAS-3D. General information about sketches, KOMPAS-3D Official Help, version 23. URL: https://help.ascon.ru/KOMPAS/23/ru-RU/236_22_1_obshch_sved_ob_esk.html