

Научная статья
УДК 514.18 + 004.925.83
DOI: 10.14529/build240109

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИЗУЧЕНИИ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

М.Е. Агапов, *agapov_me@mail.ru*

О.А. Мусиенко, *oam.sibadi@mail.ru*

И.И. Ширлина, *ii_shirlina@mail.ru*

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ),
Омск, Россия*

Аннотация. Подготовка инженерных кадров заключается в освоении всех необходимых компетенций, позволяющих на высоком профессиональном уровне решать современные инженерные задачи. Геометро-графические дисциплины – это фундамент качественно подготовленного специалиста. Изучение начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики необходимо в контексте современных цифровых технологий. Поэтому наряду с классическими инструментами (линейка, карандаш, циркуль) необходимо осваивать и систему автоматизации проектирования, которая позволяет увеличивать возможности по проектированию, расчету и моделированию объектов различной сложности. Целью работы является разработка новой методики выполнения расчетно-графической работы (РГР) в учебном курсе «Инженерная и компьютерная графика», которая позволяет перейти от плоского представления исходной и проектной поверхности к наглядному виду с целью анализа и определения путей оптимизации. Применение полученной методики позволит повысить эффективность подготовки инженерно-строительных кадров.

Ключевые слова: начертательная геометрия, компьютерная графика, геометрическое моделирование, земляные работы, моделирование поверхности, САПР, расчетно-графическая работа.

Для цитирования. Агапов М.Е., Мусиенко О.А., Ширлина И.И. Компьютерное моделирование в изучении геометро-графических дисциплин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2024. Т. 24, № 1. С. 70–77. DOI: 10.14529/build240109

Original article
DOI: 10.14529/build240109

COMPUTER MODELING IN STUDYING GEOMETRIC AND GRAPHIC DISCIPLINES

M.E. Agapov, *agapov_me@mail.ru*

O.A. Musienko, *oam.sibadi@mail.ru*

I.I. Shirlina, *ii_shirlina@mail.ru*

Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia

Abstract. The training of engineering personnel includes mastering all the necessary competencies that allow solving modern engineering problems at a high professional level. Geometric and graphic disciplines are the basis of a well-trained specialist. Studying descriptive geometry, engineering and computer graphics is necessary in the modern world of digital technology. Therefore, to use classical tools (a ruler, a pencil, a compass) it is necessary to master and automate designing, which provides the ability to design, calculate and model objects of various complexity. The paper aims to develop a new methodology for performing computational and graphic work (CGW) in the training course “Engineering and Computer Graphics”, which allows you to move from a flat representation of the original and design surface to a visual form for the purpose of analyzing and determining optimization paths. The application of the resulting methodology will improve the efficiency of training engineering and construction personnel.

Keywords: descriptive geometry, computer graphics, geometric modeling, excavation work, surface modeling, CAD, computational and graphic work

For citation. Agapov M.E., Musienko O.A., Shirlina I.I. Computer modeling in studying geometric and graphic disciplines. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture.* 2024;24(1):70–77. (in Russ.). DOI: 10.14529/build240109

Введение

При подготовке инженерных кадров будущие специалисты приобретают способность работать с графической информацией. Курс подготовки любого инженера строительного или машиностроительного направления состоит из ряда дисциплин, которые направлены на формирование не только знаний, но и мышления специалиста, отвечающего современным требованиям развития промышленности. К таким основополагающим дисциплинам относятся «Начертательная геометрия», «Инженерная графика» и «Компьютерная графика». Каждая из этих дисциплин призвана на определенной ступени формирования будущего инженера освоить соответствующие компетенции. Представленный порядок дисциплин при их изучении позволит последовательно освоить процесс создания конструкторских документов для производства различных изделий. Например, начертательная геометрия позволит будущему инженеру изучить геометрические методы получения и преобразования изображений на плоскости, а также умения пространственного мышления [1–4]. Инженерная графика как дисциплина, в свою очередь, позволит овладеть необходимыми знаниями для правильного выполнения и чтения чертежей и получения наглядных геометрически правильных изображений [5]. Дисциплина «Компьютерная графика» позволит будущим специалистам получить компетенции во владении электронными средствами создания геометрических моделей, чертежей и другой конструкторской документации, используя системы автоматизированного проектирования (САПР/САД) [6].

Основная часть

В настоящее время разнообразие учебных планов и программ обучения позволяет рассматривать преподавание инженерных дисциплин как фундаментальную инженерную подготовку будущих специалистов. Нередко можно наблюдать слияние этих дисциплин в одну, например, дисциплина «Инженерная и компьютерная графика». Это происходит вследствие того, что сейчас уже невозможно представить деятельность инженера-конструктора или инженера-проектировщика без электронных средств создания конструкторской документации и геометрического моделирования [7, 8].

Использование современных цифровых средств является широко используемым методом для облегчения работы инженера и расширения возможности моделирования и проектирования объектов различной сложности. Поэтому невозможно уже представить разработку методологии преподавания графических дисциплин без учета систем автоматизированного проектирования, которые позволяют более эффективно решать современные инженерные задачи [9, 10].

В современный период цифровизации в вузах используют различное программное обеспечение

для создания конструкторской документации, которое позволяет выполнять не только тривиальные задачи создания чертежа, но и обеспечить аппаратом для компьютерного графического моделирования, создания технической документации от стадии технического задания до изготовления и отслеживания всего жизненного цикла объектов производства. Популярными в вузах стали программный комплекс КОМПАС-3D и платформа NanoCAD, которые условно разделились на направления подготовки инженеров-механиков и инженеров-строителей соответственно. Данные программы позволяют ускорить и упростить получение чертежей, создавать геометрические модели строительных конструкций и сборочных единиц машин для определения проектных и конструкторских решений, провести расчеты и оптимизацию [11, 12].

Использование современных цифровых средств создания чертежей и других конструкторских документов, проведение расчетов и анализа разрабатываемых объектов приводит к необходимости модернизировать подход к изложению материала и выполнению графических и расчетно-графических работ для будущих инженеров уже с электронных устройств. Поэтому следует определить последовательность выполнения расчетно-графической работы, задачей которой является закрепление навыков создания инженерных конструкций в современных САПР на примере САД-программы NanoCAD.

Платформа NanoCAD – это российская разработка программного обеспечения (ПО) для создания объектов различной сложности. Данное ПО реализует задачи создания технологий автоматизированного проектирования (САПР/САД), информационного моделирования (ТИМ/ВИМ) и сопровождения объектов промышленного и гражданского строительства (ПГС) на всех этапах жизненного цикла, а также сквозной цифровизации всех процессов в производстве. В описываемом продукте используется формат .dwg и IFC, что делает ее современным решением для совмещения САПР- и ВИМ-технологий [13].

Оперативной задачей в курсе подготовки инженеров-строителей является создание новых методик выполнения расчетно-графических работ, которые будут включать в себя как плоские изображения, так и геометрическую модель с возможностью расчетов в среде САПР. Рассмотрим одну из расчетно-графических работ в курсе «Инженерная и компьютерная графика» студентов строительного направления подготовки на тему «Проекция с числовыми отметками».

Метод с числовыми отметками позволяет получать изображения в вертикальных координатах, которые дают представление о размерах строительного объекта, уклонах поверхности и объеме земляных работ. Такие изображения позволяют выполнять чертежи строительной площадки, пере-

сечения автомобильных дорог, мостовые подходы и подъезды и т. д. [14].

Представленная РГР в курсе изучения графической дисциплины выполняется в бумажном виде с использованием стандартных чертежных инструментов. Указанный подход обусловлен методом преподавания важной для создания фундамента инженера дисциплины, которая неразрывно связана с будущей профессиональной деятельностью студентов. Выполнение РГР ручным способом позволяет более глубоко вникнуть и разобраться со всеми нюансами графического построения, а также выработать понимание, как расположено и каким способом было получено то или иное изображение [15, 16]. В целом освоение геометрографических дисциплин невозможно без знания логики и последовательности представления объектов в виде чертежа [15, 17, 18]. Качественно подготовленный специалист, в первую очередь, должен знать необходимые правила и последовательность действий при формировании изображений, чтобы другой инженер смог прочитать и понять информацию в созданных графических документах. Конечно, без современных инструментов невозможно представить деятельность инженера, но прежде чем брать в руки инструмент, необходимо знать, что с этим инструментом делать и как использовать для получения конкретного ожидаемого результата. Задачей геометрографических дисциплин является не только освоение электронных средств создания конструкторской документации, но и получение инженерных компетенций для формирования знаний и мышления, позволяющих использовать методы визуальнографического представления объектов и процессов любого производства [16, 19, 20].

Построения, производимые в работе, требуют необходимой точности для дальнейших расчетов и создания картограммы земляных работ, что делает

их трудоемкими. Чтобы произвести расчеты и визуализировать рассматриваемые поверхности и сооружения, предлагается использовать цифровой инструмент, который позволяет упростить и успешно выполнить необходимые построения, вносить изменения в имеющиеся изображения на основе анализа конструкции [15, 16].

Предлагаемая в работе методика выполнения РГР состоит из следующих этапов:

1. Постановка задачи.

2. Разработка алгоритма выполнения РГР с использованием репродуктивного метода обучения.

3. Получение навыков использования САПР NanoCAD для создания плоского рабочего чертежа и моделирования с последующими инженерными расчетами при проектировании строительной площадки на заданной топографической поверхности при индивидуальном (самостоятельном) выполнении РГР.

4. Выполнение анализа результатов работы для определения путей дальнейшей оптимизации.

Задача работы заключается в следующем: на заданной топографической поверхности необходимо выполнить построение сооружения, которое включает в себя горизонтальную строительную площадку и дорогу съезда с площадки (аппарель). Топографическая поверхность имеет уклон в одну сторону, и площадка расположена таким образом, что одна ее часть располагается в выемке, а другая часть – в насыпи. Исходными данными к работе являются топографическая поверхность, контур площадки, высотная отметка площадки, уклоны съезда (1:6), выемки (1:1) и насыпи (1:1,5), масштаб 1:200 (рис. 1).

Топографическая поверхность в инженерных изысканиях не описывается математическими уравнениями, и примером такой поверхности служит рельеф местности. На чертеже такая поверх-

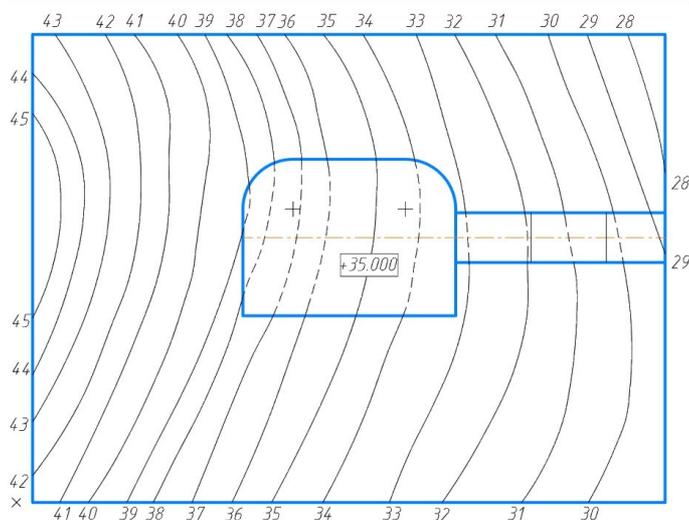


Рис. 1. Чертеж исходной поверхности

ность изображается проекциями кривых линий, которые называют горизонталями. Горизонталь имеет определенную высотную отметку. В современных цифровых средствах топографическая поверхность формируется на основе облака высотных геоточек [14].

Алгоритм выполнения работы будет включать следующие пункты [14]:

1) построение графика масштабов уклонов для определения величины интервала заложения (рис. 2);

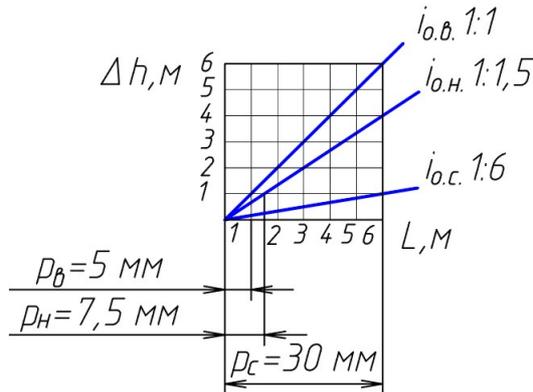


Рис. 2. График масштабов уклонов (Δh – изменение высотной отметки; $r_в$, $r_н$, $r_с$ – величина заложения для выемки, насыпи и съезда соответственно; L – заложение; $i_{o.в.}$, $i_{o.н.}$, $i_{o.с.}$ – уклон откосов выемки, насыпи и съезда соответственно)

2) определение границы выемки и насыпи на пересечении границ площадки с горизонталью топографической поверхности, которая соответствует высоте размещения строительной площадки;

3) построение проектных горизонталей строительной площадки и аппарели с использованием масштабов проградуированных в соответствии с уклоном выемки, насыпи и аппарели по определенному интервалу заложения;

4) построение линий пересечения откосов площадки с откосами аппарели, используя точки пересечения горизонталей откосов с одинаковыми высотными отметками;

5) нанесение бергштрихов перпендикулярно горизонталям откосов строительной площадки и аппарели с учетом того, что направление бергштриха показывает направления стока воды и вычерчивается в верхней части откоса;

6) построение границы земляных работ, которая представляет собой линию пересечения откосов строительной площадки и аппарели с топографической поверхностью, построенную по точкам пересечения горизонталей откосов строительной площадки и аппарели с горизонталями топографической поверхности соответствующей высоты.

В результате выполнение указанных пунктов алгоритма позволит определить границы земляных работ, сформировать представление о конструкции и параметрах сооружения, что соответствует требованиям задания (рис. 3).

Для проведения расчетов и визуализации исходной поверхности, площадки и съезда в NanoCAD был использован модуль «Топоплан», содержащий команды для создания и расчетов топографических и проектных поверхностей. Использование указанного модуля позволяет усовершенствовать методику выполнения РГР и продолжить следующими пунктами:

7) сформировать по плоскому чертежу облака высотных геоточек исходной (рис. 4) и проектной поверхностей (рис. 5);

8) построить модели рассматриваемых поверхностей по сформированным облакам высотных геоточек (рис. 6, 7);

9) рассчитать объем земляных работ посредством последующего наложения исходной и проектной поверхностей (рис. 8).

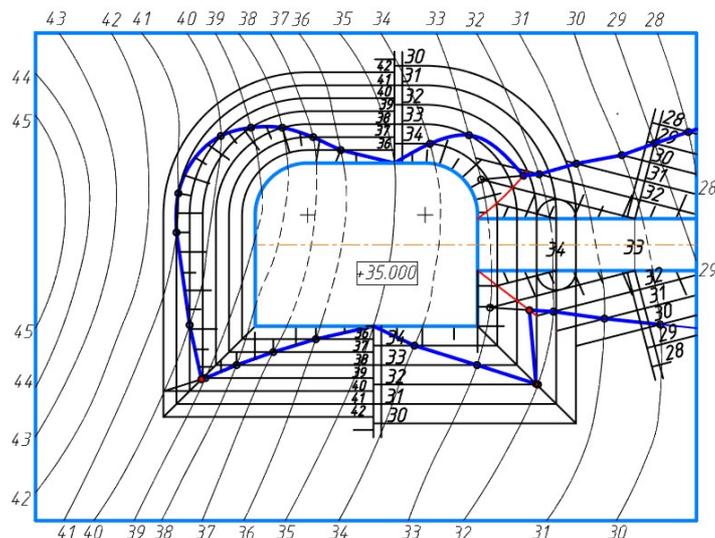


Рис. 3. Результат выполнения построений согласно пунктам 2–6

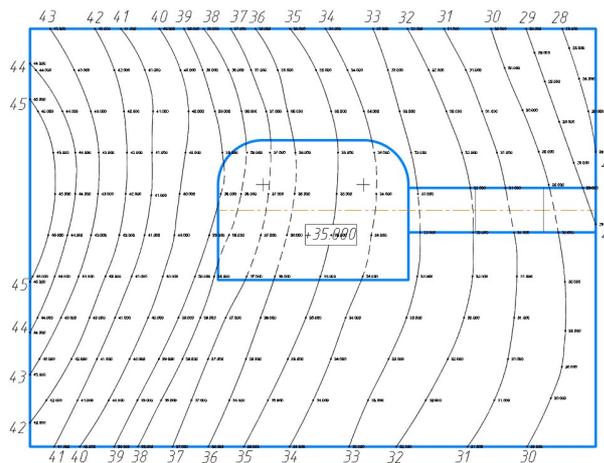


Рис. 4. Облако геоточек исходной поверхности

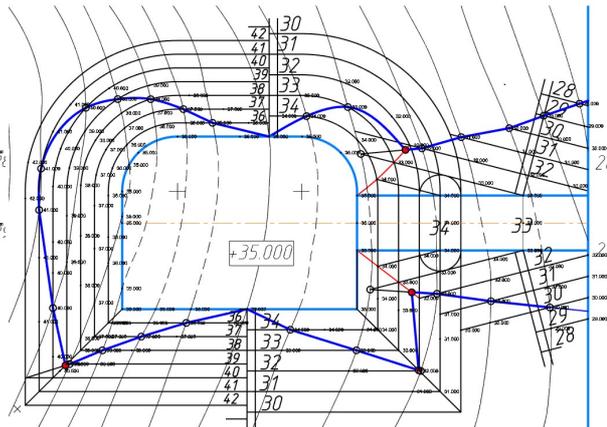


Рис. 5. Облако геоточек проектной поверхности (выемка, площадка, насыпь, съезд)

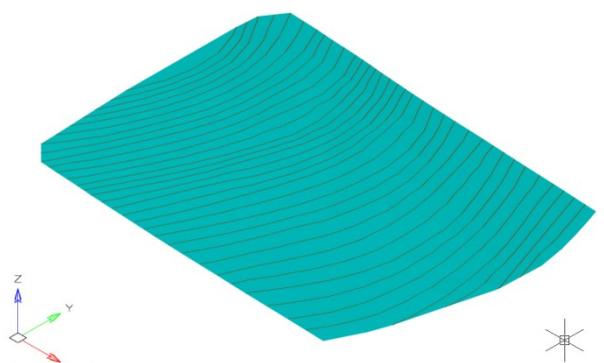


Рис. 6. Модель исходной поверхности

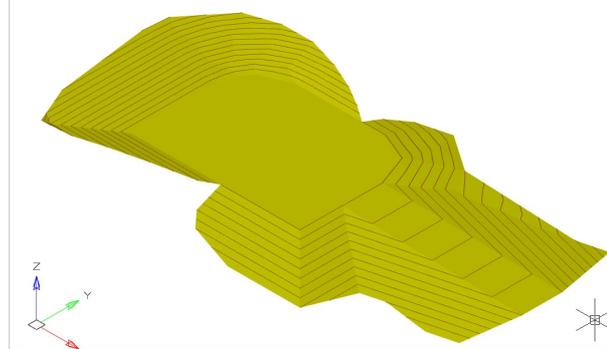
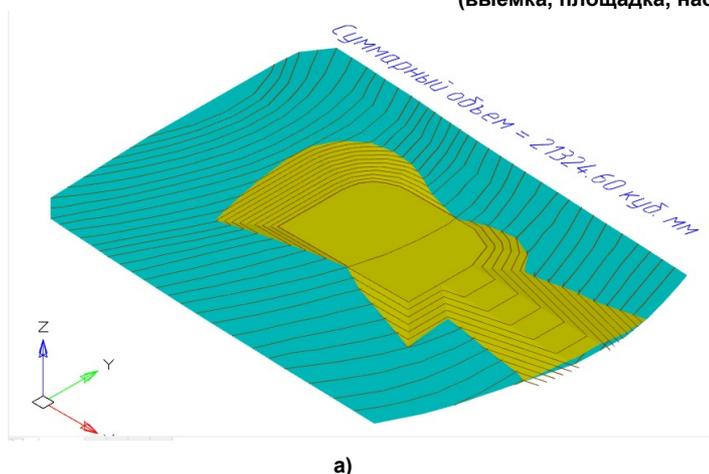
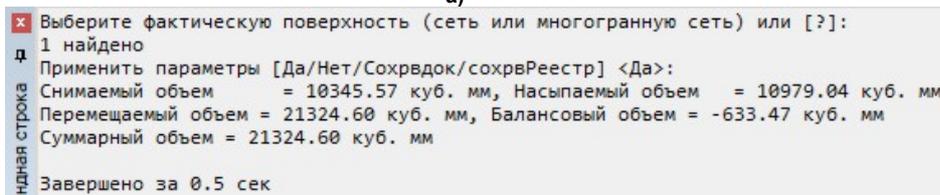


Рис. 7. Модель проектной поверхности (выемка, площадка, насыпь, съезд)



а)



б)

Рис. 8. Анализ построенных исходной и проектной поверхностей:
 а) пересечение построенных поверхностей; б) расчет объемов земляных работ средствами NanoCAD

В процессе наложения и пересечения исходной и проектной поверхностей можно наглядно представить конечный результат формирования строительной площадки и съезда на исходном рельефе (см. рис. 8), а также в результате анализа полученных моделей произвести оптимизационные расчеты и определить наиболее экономически выгодную схему организации строительной площадки.

Выводы

1. Разработана методика выполнения расчетно-графической работы «Проекция с числовыми отметками» посредством усовершенствования алгоритма выполнения указанной работы «вручную».

2. Разработанная методика позволяет:

- расширить методологию изучения геометро-графических дисциплин, что выражается в получении студентами компетенции по моделированию и расчетам топографических поверхностей с использованием САПР NanoCAD для увеличения эффективности подготовки современных инженерно-строительных кадров;
- оперативно и наглядно решать геометро-графические задачи по проектированию строительной площадки с выполнением сложных математических расчетов объемов земляных работ;
- проводить оптимизационные расчеты на основе анализа конструкции строительной площадки для достижения лучшего экономического эффекта при организации строительной площадки.

Список литературы

1. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. М.: Наука, 1977. 268 с.
2. Кузнецов В.Н. Начертательная геометрия: учебник для вузов. 2 изд. переработанное и доп. М.: Высшая школа, 1981. 262 с.
3. Сальков Н.А. Основные причины плохого усвоения начертательной геометрии // Геометрия и графика. 2021. Т. 9. № 2. С. 3–11. DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-2-3-11
4. Сальков Н.А. Системный подход к изучению начертательной геометрии // Геометрия и графика. 2022. Т. 10. № 1. С. 14–23. DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-1-14-23
5. Георгиевский О.В. Строительное черчение: учебник для вузов. М.: Архитектура, 2015. 400 с.
6. Болбат О.Б. Опыт организации электронного сопровождения учебных дисциплин при дистанционной форме обучения // Журнал естественнонаучных исследований. 2020. Т. 5. № 4. С. 26–30.
7. Тенденции развития научно-образовательной среды в современных университетах Китая и России: коллективная монография / Е.И. Бражник, А.В. Жданов, А.В. Тряпицын, Ф. Юань. СПб.: Свое издательство, 2019. 216 с.
8. Мусиенко О.А., Третьяк О.М., Ширлина И.И. Геометрическое компьютерное моделирование: учеб. пособие. Омск: СибАДИ, 2017. 57 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://bek.sibadi.org/MegoPro> (дата обращения: 12.09.2023).
9. Волошинов Д.В., Соломонов К.Н. Конструктивное геометрическое моделирование как перспектива преподавания графических // Геометрия и графика. 2013. Т. 1. № 2. С. 10–13.
10. Панченко В.А. Современные средства обучения графическим дисциплинам студентов заочной формы обучения // Геометрия и графика. 2018. Т. 6. № 4. С. 72–87. DOI: 10.12737/article_5c21fa732f6b62.81431444
11. Талалай П. Компьютерный курс начертательной геометрии на базе КОМПАС-3D. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. 608 с.
12. Верхотурова Е.В. Применение компьютерного геометрического моделирования для решения учебных и прикладных инженерно-строительных задач // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2023. Т. 23, № 1. С. 65–74. DOI: 10.14529/build230108
13. Платформа nanoCAD [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nanocad.ru/products/platform/> (дата обращения 30.09.2023).
14. Третьяк О.М., Мусиенко О.А. Инженерное сооружение в проекциях с числовыми отметками: учебно-методическое пособие. Омск: СибАДИ, 2017. 26 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://bek.sibadi.org/MegoPro> (дата обращения 30.09.2023).
15. Фисунова Л.В., Багровская Е.Н. Развитие пространственного воображения и творческого мышления средствами начертательной геометрии и инженерной графики // Транспорт и машиностроение Западной Сибири. 2019. № 2. С. 98–102.
16. Сальков Н.А., Кадыкова Н.С. От эскиза на бумаге до чертежа на экране дисплея // Журнал естественнонаучных исследований. 2020. Т. 5. № 1. С. 2–7.
17. Бояшова Е.П. Особенности дистанционного обучения геометро-графическим дисциплинам с использованием методов конструктивного геометрического моделирования // Геометрия и графика. 2021. Т. 9. № 3. С. 46–56. DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-3-46-56.

18. Головнин А.А. Базовые алгоритмы компьютерной графики // Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации. 2016. Т. 1. С. 13–30.

19. Антипина Н.А., Вехтер Е.В. Направления совершенствования графической подготовки в техническом вузе // Совершенствование подготовки учащихся и студентов в области графики, конструирования и стандартизации: межвузовский научно-методический сборник. Саратов: Изд-во Саратовского ГТУ, 2009. С. 145–148.

20. Digital transformation in oil and gas extraction / A.B. Makhovikov, E.V. Katuntsov, O.V. Kosarev, P.S. Tsvetkov // Innovation-Based Development of the Mineral Resources Sector: Challenges and Prospects – 11th conference of the Russian-German Raw Materials, 2018. P. 531–538.

References

1. Gordon V.O., Sementsov-Ogievskiy M.A. *Kurs nachertatel'noy geometrii*. [Course of descriptive geometry]. Moscow: Nauka Publ.; 1977. 268 p. (in Russ.)

2. Kuznetsov V.N. *Nachertatel'naya geometriya: Uchebnik dlya vuzov*. [Descriptive geometry: Textbook for universities]. 2nd ed. processed and additional. Moscow: Higher School Publ.; 1981. 262 p. (in Russ.)

3. Sal'kov N.A. The main reasons for poor assimilation of descriptive geometry. *Geometry and graphics*. 2021;9(2):3–11. (in Russ.) DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-2-3-11

4. Sal'kov N.A. Systematic approach to the study of descriptive geometry. *Geometry and graphics*. 2022;10(1):14–23. (in Russ.) DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-1-14-23

5. Georgievskiy O.V. *Stroitel'noe cherchenie: uchebnik dlya vuzov* [Construction drawing: textbook for universities]. Moscow: Architecture; 2015. 400 p. (in Russ.)

6. Bolbat O.B. Experience of organization of electronic support of educational disciplines at remote form of training. *Journal of Natural Science Research*. 2020;5(4):26–30 (in Russ.)

7. Brazhnik E.I., Zhdanov A.V., Tryapitsyn A.V., Yuan F. *Tendentsii razvitiya nauchno-obrazovatel'noy sredy v sovremennykh universitetakh Kitaya i Rossii: kollektivnaya monografiya* [Trends in the development of the scientific and educational environment in modern universities in China and Russia : a collective monograph]. St. Petersburg: Svoe publishing house; 2019. 216 p. (in Russ.)

8. Musienko O.A., Tret'yak O.M., Shirulina I.I. *Geometricheskoe komp'yuternoe modelirovanie: ucheb. posobie*. [Geometric computer modeling: textbook]. Omsk: SibADI, 2017. 57 p. [Electronic resource]. Available at: <http://bek.sibadi.org/MegoPro> (accessed 12.09.2023). (in Russ.)

9. Voloshinov D.V., Solomonov K.N. Constructive geometric modeling as graphic disciplines' teaching prospect. *Geometry and graphics*. 2013;1(2):10–13 (in Russ.)

10. Panchenko V.A. Modern means of graphic disciplines teaching for extramural students. *Geometry and graphics*. 2018;6(4):72–87. (in Russ.) DOI: 10.12737/article_5c21fa732f6b62.81431444

11. Talalay P. *Komp'yuternyy kurs nachertatel'noy geometrii na baze KOMPAS-3D*. [Computer course of descriptive geometry based on KOMPAS-3D]. St. Petersburg: BHV-Petersburg; 2010. 608 p. (in Russ.)

12. Verkhoturva E.V. The application of computer geometric modeling for training and applied engineering and construction. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture*. 2023;23(1):65–74. (in Russ.) DOI: 10.14529/build230108

13. NanoCAD platform [Electronic resource]. Available at: <https://www.nanocad.ru/products/platform/> (accessed 30.09.2023). (in Russ.)

14. Tret'yak O.M., Musienko O.A. *Inzhenernoe sooruzhenie v proektsiyakh s chislovymi otmetkami: uchebno-metodicheskoe posobie* [Engineering structure in projections with numerical marks: educational manual]. Omsk: SibADI, 2017. 26 p. [Electronic resource]. Available at: <http://bek.sibadi.org/MegoPro> (accessed 30.09.2023). (in Russ.)

15. Fisunova L.V., Bagrovskaya E.N. Development of spatial imagination and creative thinking by means of descriptive geometry and engineering graphics. *Transport and mechanical engineering of West Siberia*. 2019;2:98–102 (in Russ.)

16. Sal'kov N.A., Kadykova N.S. From a sketch on paper to a drawing on the display screen. *Journal of Natural Science Research*. 2020;5(1):2–7. (in Russ.)

17. Boyashova E.P. Features of distance learning in geometric and graphic disciplines using methods of constructive geometric modeling. *Geometry and graphics*. 2021;9(3):46–56. (in Russ.) DOI: 10.12737/2308-4898-2021-9-3-46-56.

18. Golovnin A.A. Basic algorithms of computer graphics. *Problems of the quality of graphic training of students at a technical university: traditions and innovations*. 2016;1:13–30. (in Russ.)

19. Antipina N.A., Vekhter E.V. [Directions for improving graphic training in a technical university]. In: *Sovershenstvovanie podgotovki uchashchikh i studentov v oblasti grafiki, konstruirovaniya i standartizatsii: mezhvuzovskiy nauchno-metodicheskii sbornik* [Improving the training of students in the field of graphics, design

and standardization, interuniversity: scientific and methodological collection]. Saratov: Saratov State Technical University Publishing House; 2009, pp. 145–148. (in Russ.)

20. Makhovikov A.B., Katuntsov E.V., Kosarev O.V., Tsvetkov, P.S. Digital transformation in oil and gas extraction. In: Innovation-Based Development of the Mineral Resources Sector: Challenges and Prospects. 11th conference of the Russian-German Raw Materials. 2018, pp. 531–538. (in Russ.)

Информация об авторах:

Агапов Максим Евгеньевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Общепрофессиональные дисциплины», Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), Омск, Россия, agarov_me@mail.ru

Мусиенко Ольга Алексеевна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры «Общепрофессиональные дисциплины», Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), Омск, Россия, oam.sibadi@mail.ru

Ширлина Ирина Ивановна, старший преподаватель кафедры «Общепрофессиональные дисциплины», Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), Омск, Россия, ii_shirlina@mail.ru

Information about the authors:

Maxim E. Agarov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of “General professional disciplines”, Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia, agarov_me@mail.ru

Olga A. Musienko, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of “General professional disciplines”, Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia, oam.sibadi@mail.ru

Irina I. Shirlina, Senior lecturer of the Department of “General professional disciplines”, Siberian State Automobile and Highway University (SibADI), Omsk, Russia, ii_shirlina@mail.ru

Статья поступила в редакцию 10.11.2023, принята к публикации 23.11.2023.

The article was submitted 10.11.2023; approved after reviewing 23.11.2023.