

Вестник Сыктывкарского университета.
Серия 1: Математика. Механика. Информатика. 2023.
Выпуск 1 (46)
Bulletin of Syktyvkar University.
Series 1: Mathematics. Mechanics. Informatics. 2023; 1 (46)

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

METHODOICAL MATERIALS

Научная статья

УДК 378.1

https://doi.org/10.34130/1992-2752_2023_1_50

КОМПОНЕНТЫ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Светлана Александровна Дейнега

Ухтинский государственный технический университет,
deynega07@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются обобщенные компоненты профессиональных компетенций студентов технического вуза. Раскрывается значимость формирования познавательно-созидательной компоненты на начальном этапе профессиональной подготовки. Показаны возможности формирования познавательно-созидательной компоненты геометро-графической компетенции при изучении начертательной геометрии.

Ключевые слова: начертательная геометрия, геометро-графическая компетенция, техническое образование

Для цитирования: Дейнега С. А. Компоненты геометро-графической компетенции, формируемые при изучении начертательной геометрии в техническом вузе // *Вестник Сыктывкарского университета. Сер. 1: Математика. Механика. Информатика. 2023. Вып. 1 (46). С. 50–63.* https://doi.org/10.34130/1992-2752_2023_1_50

Article

Components of Geometric-graphic Competence, Formed in the Study of Descriptive Geometry at a Technical University

Svetlana A. Deynega

Uchta State Technical University, deynega07@mail.ru

Abstract. The article considers the generalized components of the professional competencies of students of a technical university. The significance of the formation of a cognitive and creative component at the initial stage of professional training is revealed. The possibilities of forming a cognitive and creative component of geometry and graphic competence in the study of descriptive geometry are shown.

Keywords: projective geometry, geometric-graphic competence, technical education

For citation: Deynega S. A. Components of Geometric-graphic Competence, Formed in the Study of Descriptive Geometry at a Technical University. *Vestnik Syktyvkarского universiteta. Seriya 1: Matematika. Mekhanika. Informatika* [Bulletin of Syktyvkar University, Series 1: Mathematics. Mechanics. Informatics], 2023, no 1 (46), pp. 50–63. https://doi.org/10.34130/1992-2752_2023_1_50

В современных условиях развития техники и технологий значение графической компетенции как составляющей профессиональной компетентности выпускников технических вузов является общепризнанным. Высокий уровень графической компетенции необходим для успешной профессиональной деятельности выпускника. Формирование данной компетенции начинается при изучении базовых графических дисциплин в техническом вузе, к которым относят начертательную геометрию, инженерную и компьютерную графику.

Теоретическим ядром данных дисциплин является начертательная геометрия, так как содержит основные теоретические положения геометрического моделирования, что позволяет обеспечить дальнейшее изучение не только инженерной и компьютерной графики, но и многих других технических дисциплин высшего образования.

Графическая подготовка в системе высшего образования направлена на изучение свойств пространственных форм, методов их изображения

на плоскости, способов решения задач на плоскости с пространственными формами, создание технической документации (текстовой и графической) [1]. Законы представления пространственных форм в плоские изображения, плоского чертежа к пространственным моделям изучает учебная дисциплина «Начертательная геометрия» [2].

На современном этапе графическую подготовку рассматривают как систему, состоящую из двух частей: предметно-содержательной (начертательная геометрия) и профессионально-деятельностной (инженерная и компьютерная графика) [4]. Предметно-содержательный компонент обеспечивает фундаментальную графическую подготовку выпускника с направленностью их деятельности:

- на повышение эффективности техники и технологий;
- освоение новых знаний, способов и опыта профессиональной деятельности;
- разработку и использование графических изображений в практической деятельности.

Профессионально-деятельностный компонент графической подготовки инженера ориентирован на готовность к комплексной проектно-конструкторской, исследовательской и научной деятельности в профессиональной области.

Обзор научной литературы показал, что именно фундаментальная подготовка выпускника является основой его будущей профессиональной гибкости, трансформации на протяжении всей профессиональной жизни, предоставляет ему возможность понять и освоить новое оборудование и технологии, новые принципы организации производства [3]. Кроме того, изучение фундаментальных дисциплин раскрывает общие закономерности развития материального мира, формируя научное мировоззрение будущих выпускников технических вузов.

Таким образом, фундаментальность предметно-содержательной компоненты направлена на формирование универсальных, долгосрочных и системообразующих знаний и навыков в общепрофессиональных и профессиональных компетенциях. Одну из фундаментальных позиций в подготовке инженера в техническом вузе занимает начертательная геометрия. Решение многих технических задач можно производить аналитически и графически, выбирая наиболее целесообразный метод

решения или комбинируя их вместе. Графическое решение задач в определенных случаях быстрее и проще, чем аналитическое, но менее точное. Методы графического решения задач рассматривают в курсе начертательной геометрии и успешно применяют для решения прикладных инженерных задач.

Начертательная геометрия изучает и обосновывает способы изображений пространственных форм (линий, поверхностей, тел) на плоскости и способы решений задач геометрического характера по заданным изображениям указанных форм. Для успешного освоения начертательной геометрии студенты должны иметь достаточные знания в области стереометрии и планиметрии.

Исследователи и преподаватели технических вузов подчеркивают, что именно изучение этой науки о геометрическом моделировании реальных объектов на плоскости является основополагающим компонентом в формировании профессиональных инженерных компетенций студента, а потому требует высокого качества обучения по сформированности геометро-графических компетенций.

С этой позиции важным является рассмотрение компонентов геометро-графической компетенции, формирование которой осуществляется в процессе изучения начертательной геометрии.

Существуют различные подходы исследователей к определению профессиональной компетентности (В. И. Байденко, Е. В. Бондаревская, И. А. Зимняя, Н. В. Кузьмина, А. К. Маркова, Н. В. Матяш, Н. С. Розов, В. В. Сериков и др.), во многих из которых исследователи выделяют личностную составляющую и владение профессиональными навыками и знаниями. В Федеральном государственном образовательном стандарте высшего образования модель выпускника определена общепрофессиональными и профессиональными компетенциями, на основе которых Е. В. Савченко [5] выделяет общие компетенции для всех инженерных специальностей и разделяет их по направлениям:

- компетенции, характеризующиеся способностями к обработке и анализу информации;
- компетенции, характеризующиеся способностями принимать обоснованное решение, находить решение задачи;
- компетенции, включающие способности к графической, математической и информационной обработке процесса решения задачи.

Выпускники высших учебных заведений инженерных специальностей начинают формировать данные компетенции при изучении дисциплин фундаментальной подготовки.

В данной статье мы рассматриваем компоненты геометрографической компетенции, которую относим к базовой общепрофессиональной компетенции инженера.

Анализ научных работ исследователей (И. А. Зимняя, Н. В. Кузьмина, В. В. Краевский, В. А. Сластенин, Ю. Г. Татур, А. В. Хуторский и др.) позволил определить, что структура компетенций в общем случае состоит из следующих компонентов:

- когнитивного – характеризуется совокупностью знаний, умений и навыков в предметной области;
- личностного – заключается в направленности на профессиональную деятельность и непрерывное самообучение, сформированности профессионально важных качеств, ценностного отношения к содержанию и результату, положительной мотивации к выполнению учебной деятельности;
- операционального – отвечает за способность приобретать и использовать систему знаний, умений и навыков, необходимых для решения учебных задач;
- рефлексивного – связан с оценкой собственной деятельности, формирует способность к самоанализу, самосовершенствованию, самодиагностике.

Анализ работ исследователей по графической подготовке студентов (А. Д. Ботвинников, К. А. Вольхин, В. В. Вязанкова, В. Н. Гузненков, И. Д. Столбова, В. И. Якунин и др.) показал, что формирование компетенции рассматривается в процессе обучения в комплексе графических дисциплин: «Начертательная геометрия», «Инженерная графика», «Компьютерная графика». При этом структура графической компетенции состоит из компонентов, которые в основном отражают совокупность знаний, умений и навыков, ориентированных на выполнение и понимание чертежей (инженерная графика), решения задач разного уровня сложности (начертательная геометрия), составление конструкторской и проектной документации (инженерная и компьютерная графика), в т. ч. с помощью компьютера.

Для успешной профессиональной деятельности будущему инженеру необходимо постоянно обучаться и самосовершенствоваться, поэтому важно уметь оценивать собственные знания по предметному материалу и выделять недостаток теоретических знаний и практических умений. Познавательная готовность способствует формированию новой системы знаний, дополнительных умений и навыков с опорой на имеющиеся знания.

Не менее важной является способность оценивания процесса нахождения оптимального пути решения поставленной задачи и его обоснования. Выбор технологического решения и его конструирование определяется постановкой решаемой задачи и связан с созидательными качествами личности.

Следовательно, умения анализировать собственные знания, оценивать полученные результаты, критически относиться к собственной деятельности необходимы при оценивании проблемной ситуации, для мотивации к решению инженерной задачи в самостоятельном обучении и в практической деятельности. В структуре инженерных компетенций данные умения относят к личностной и рефлексивной компонентам, которые направлены на решение проблемных ситуаций, возникающих в инженерной деятельности, на поиск новых инженерных решений, постановку инженерных задач и конструирования решений. Таким образом, можно утверждать, что данные умения являются познавательно-созидательной составляющей в структуре инженерных компетенций, так как направляют деятельность инженера на познание с целью создания субъективно нового «продукта».

Формирование познавательно-созидательной компоненты компетенций инженера необходимо начинать на ранних этапах вузовской подготовки в процессе изучения дисциплин образовательной программы в рамках организации учебно-познавательной деятельности. В техническом образовании с первого курса студенты изучают курс начертательной геометрии, нацеленный на формирование профессиональных компетенций. Содержание дисциплины является фундаментальным и необходимым заделом для изучения дисциплин профессионального блока в подготовке инженера.

Именно в курсе начертательной геометрии формируется геометро-графическая компетенция, которая характеризуется способностью оперирования абстрактными понятиями реальных предметов и отношений – абстракция отождествления, абстракция потенциальной беско-

нечности, выходящими за геометрию, связью количественных отношений и пространственных форм, использованием формализованной символической записью, связью геометрических и математических моделей.

Геометро-графическая компетенция даст возможность сформировать у студентов технического вуза познавательную-созидательную составляющую компоненты структуры профессиональной компетентности, что позволит выпускнику в профессиональной деятельности выполнять постановку инженерных задач, оптимально решать различные проблемные ситуации, осуществлять поиск новых путей их решения.

Особенность изучения содержания начертательной геометрии базируется на решении тематических задач по алгоритмическим предписаниям, которые определяют последовательность решения. Логическая структура изучения начертательной геометрии определяет переход от простых алгоритмических предписаний к более сложным при решении тематических задач. В зависимости от сложности решаемых задач, изменяется последовательность алгоритмических предписаний. Эта последовательность определяется совокупностью тех типовых тематических задач, которые определяют весь процесс решения. Поэтому в содержании начертательной геометрии можно выделить процессуальный аспект, который базируется на выполнении сходных между собой действий при решении типовых тематических задач. Эти действия нарастают при переходе от одной темы к следующей, образуя систему «вложенных» задач. Условием этого перехода при изучении начертательной геометрии является критерий сформированности действий по реализации алгоритмов, в т. ч. действий по их распознаванию и реализации, по применению совокупности алгоритмов при решении основных тематических задач в обучении. В этом случае важным для студента является действие по выявлению типовых задач в содержании учебного материала, т. е. действие по постановке задач.

Необходимо также отметить, что процесс решения задач начертательной геометрии связан с их графической, математической и информационной обработкой и конструированием геометрических моделей. В данном случае существенные свойства геометрических моделей отражают взаимосвязи между элементами геометрических объектов и системой образов, содержащей информацию о правилах выполнения действий с ними. Создание системы образов является одним из важных действий геометро-графического моделирования.

Система образов может быть представлена:

- информационными моделями (электронными геометрическими моделями на плоскости и в пространстве — представление с использованием компьютерного моделирования);
- графическими моделями (образно-знаковыми в виде изображения геометрических элементов в форме чертежей и схем в ортогональных проекциях, в перспективе, в числовых отметках);
- математическими моделями (символьной записью геометрических элементов, записью определенной логической последовательности решения задач).

В содержании начертательной геометрии существенные свойства понятий отражены во взаимосвязи между элементами геометрических объектов и системой их образов. Действия по установлению соотношений между системой понятий и системой образов абстрактной модели могут рассматриваться в различных цепочках связей: «понятие – образ» и «образ – понятие»; «образ – знак» и «знак – образ»; «понятие – образ – знак» и «знак – образ – понятие». Поэтому познавательно-созидательная компонента геометро-графической компетенции связана с установлением связей в указанных цепочках, выполнением действий по геометро-графическому моделированию.

При решении тематических задач начертательной геометрии у студентов формируются отдельные действия по решению инженерной задачи, в основном это действия по установлению связей «понятие – образ» и «образ – понятие» с геометро-графическим моделированием. В качестве примера на рис. 1 показано условие тематической задачи и ее решение.

В процессе решения задачи, показанной на рис. 1, при построении проекций по заданным координатам пространственных точек на плоскостях проекций студентом выполняются следующие действия:

- установление связей понятийного аппарата с их образом, образа с понятием (комплексного чертежа точек A, D, E ; отрезков прямых AD и E ; их позиционного расположения относительно плоскостей проекций – $AE \parallel \Pi_1, AD \nparallel \Pi_1, \Pi_2, \Pi_3$);

- установление связей между графическим образом комплексного чертежа точек A , D , E , отрезков прямых AD и AE с ее математической моделью через пространственные координаты – $A(100, 0, 25)$, $D(70, 25, 50)$, $E(45, 20, 25)$;
- моделирование геометрического образа.

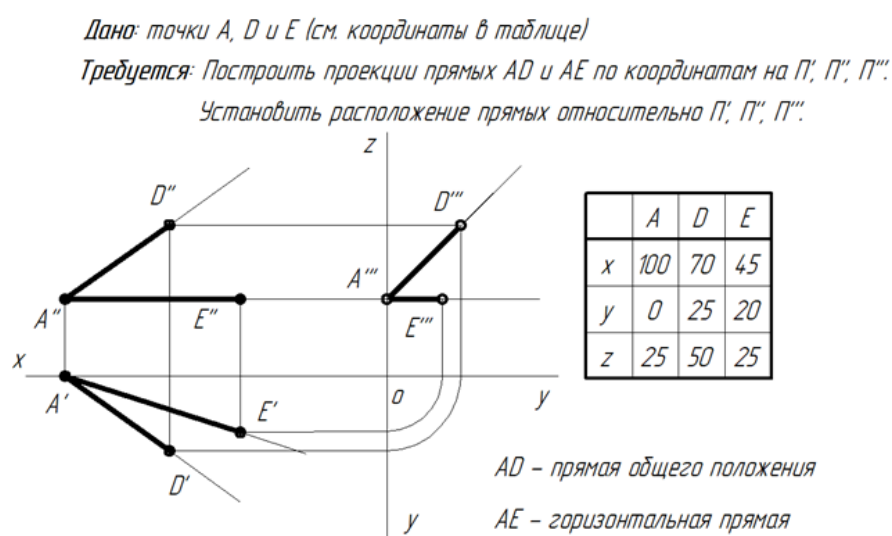


Рис. 1. Пример решения тематической задачи по построению комплексного чертежа проекций прямых

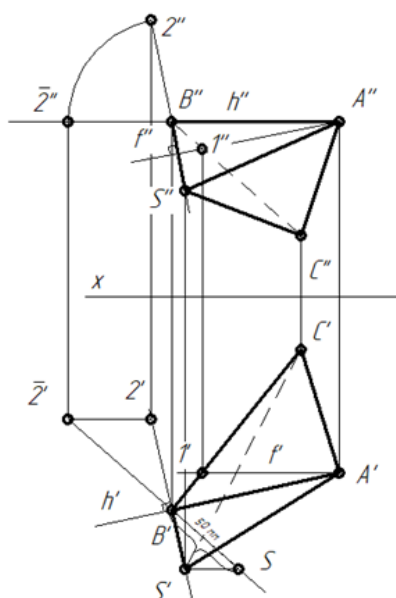
Если рассматривать систему «вложенных» задач, то в данном случае выполняются действия по установлению связей предыдущего уровня («понятие – образ» и «образ – понятие») и действия по установлению связей «образ – знак» и «знак – образ», так как в этом случае рассматривается запись алгоритмического предписания по решению. В действиях данных уровней результатом является моделирование геометрических образов и начинает формироваться умение применять геометро-графические методы, что важно для созидательной компоненты геометро-графической компетенции.

Система «вложенных» задач представляет собой комбинирование тематических задач, выполняемых в соответствии с логическим следованием решения задачи. Такие задачи называют комбинированными. При их решении важен путь следования или возможные пути при использовании разных методов решения. При решении комбинированных

Дано: плоскость ABC – основание пирамиды $SABC$

Построить пирамиду $SABC$. Высотой пирамиды является ребро SB , равное 50 мм.

Определить видимость ребер. Записать алгоритм решения



$SABC - ?$
 $SB \perp ABC$
 $|SB| = 50 \text{ мм}$

Решение:

1) $AB = h$, $A1 = f$
 \perp к f'' через B''
 \perp к h' через B'

2) $B2 (B'2', B''2'')$

$B2 \in \perp$
 $|2'B'| = \text{нат. вел.}$
 $|B'S| = 50 \text{ мм}$

3) Видимость $SABC$

Рис. 2. Пример решения комбинированной задачи

задач (вложенные задачи) формируются обобщенные способы действия. В данном случае необходим дополнительный практический материал по решению задач подобного типа. Условие задачи и пример решения комбинированной задачи показан на рис. 2. Кроме описанных действий, выполняемых студентом при решении тематических задач (по установлению понятийного аппарата, соотношений между понятийной моделью и образом геометрической модели, между образом геометрической модели и понятийной модели, по моделированию геометрического образа), добавляются действия по постановке учебной задачи (конкретизация цели — найти высоту пирамиды SB , определить натуральную величину SB , определить видимость ребер), установлению последовательности выполнения алгоритмических операций (построение горизонтали h и фронтали f , построение к h и f перпендикуляра из точки B , метод поворота для определения натуральной величины SB), связей между геометрической и знаковой моделью (символьная запись алгоритма ре-

шения), между знаковой моделью и ее образом (графическое воспроизведение записи алгоритма решения задачи).

В полной мере действия студентов по установления соотношений между элементами геометрических объектов и системой их образов в направлениях «понятие – образ – знак» и «знак – образ – понятие» будут раскрыты в работе над учебным проектом, ориентированным на выполнение этих действий. В основе учебного проекта, который студент выполняет самостоятельно в рамках учебной деятельности, представлена учебная проблемная задача, условие которой поставлено в формате инженерного технического задания и ранее им не рассматривалось. Отличительной особенностью данных учебных инженерно-ориентированных задач от обычных условий тематических и комбинированных задач является их нацеленность на последовательное выполнение действий в технологии инженерной задачи при решении:

- постановка технического задания;
- описание средств и методов его выполнения;
- проработка возможных путей решения;
- выбор и принятие решений;
- проектирование, применение и корректировка.

В задании на учебный проект, помимо условия задачи, дано поэтапное описание решения в виде понятийно-знаковой модели обобщенного алгоритма решения. При работе над учебным проектом студентом выполняется постановка учебной задачи (конкретизация цели, последовательность решения, прогнозирование результата), определяются методы и средства решения, осуществляется выбор методов решения, выполняется решение учебной задачи и его графическое моделирование. При этом выполняются следующие действия:

- установление связей между системой понятий (поэтапное описание решения) и образом (комплексный чертеж точек, прямых) в обоих направлениях (геометрическое моделирование решения);
- установление двунаправленных связей между системой образов и знаков (символьная запись характеристики объектов и описания решения, символьное обозначение графических моделей);

- установление связей в виде «понятие – образ – знак» (символьная запись решения в виде алгоритма) и «знак – образ – понятие» (оформление учебного проекта, решения, подготовка учебного проекта к защите).

Таким образом, формирование познавательно-созидательной компоненты геометро-графической компетенции при изучении начертательной геометрии студентами технических вузов будет осуществляться при выполнении действий по постановке учебных задач, использованию методов геометро-графического моделирования при решении учебных задач. Создание ситуации, в которой студент сможет выполнить данные действия комплексно, возможно в процессе организации его учебной деятельности при решении учебных инженерно-ориентированных задач в рамках выполнения учебного проекта.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Якунин В. И., Гузненков В. Н. Геометро-графические дисциплины в техническом университете // *Теория и практика общественного развития*. 2014. № 17. С. 191–195.
2. Гузненков В. Н., Журбенко П. А. Модель как ключевое понятие геометро-графической подготовки // *Alma mater (Вестник высшей школы)*. 2013. № 4. С. 82–87.
3. Вязанкова В. В. Формирование графической компетентности бакалавров технических направлений подготовки в условиях информационно-образовательной среды // *Современные проблемы науки и образования*. 2021. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30663> (дата обращения: 03.03.2023).
4. Гузненков В. Н., Якунин В. И., Серегин В. И. и др. Компьютерная графика – основа геометро-графической подготовки // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. № 4 (46). URL: <https://research-journal.org/archive/4-46-2016-april/kompyuternaya-grafika-osnova-geometro-graficheskoj-podgotovki> (дата обращения: 07.03.2023). doi: 10.18454/IRJ.2016.46.298
5. Савченко Е. В. Компоненты информационной компетенции будущего инженера, формируемые при изучении фундаментальных

дисциплин // *Современное образование*. 2020. № 4. С. 37–48. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=31606 (дата обращения: 07.03.2023). doi: 10.25136/2409-8736.2020.4.31606

6. **Коваленко А. В.** Графическая компетенция как одна из составляющих профессиональной компетентности бакалавра профессионального обучения по направлению «051000.62. Профессиональное обучение (по отраслям)» // *Вестник ЮУрГГПУ*. 2011. № 10. С. 83–95. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/graficheskaya-kompetentsiya-kak-odna-iz-sostavlyayuschih-professionalnoy-kompetentnosti-bakalavra-professionalnogo-obucheniya-po/viewer> (дата обращения: 09.03.2023).
7. **Вольхин К. А., Лейбов А. М.** Проблемы формирования графической компетентности в системе высшего профессионального образования // *Философия образования*. 2012. № 4 (43). С. 16–22.

References

1. **Yakunin V. I., Guznenkov V. N.** Geometric and graphic disciplines at the technical University. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* [Theory and practice of social development]. 2014, no 17, pp. 191–195. (In Russ.)
2. **Guznenkov V. N., Zhurbenko P. A.** Model as a key concept of geometric-graphic training. *Alma mater (Vestnik vysshei shkoly)* [Alma mater (Bulletin of the Higher School)]. 2013, no 4, pp. 82–87. (In Russ.)
3. **Vyazankova V. V.** Formation of graphic competence of bachelors of technical areas of training in the conditions of information and educational environment. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2021, no 2. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30663> (accessed: 03.03.2023). (In Russ.)
4. **Guznenkov V. N., Yakunin V.I., Seregin V.I. et al.** Computer graphics – the basis of geometric-graphic training. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal].

2016, no 4 (46). Available at: <https://research-journal.org/archive/4-46-2016-april/kompyuternaya-grafika-osnova-geometro-graficheskoy-podgotovki> (accessed: 07.03.2023). doi: 10.18454/IRJ.2016.46.298 (In Russ.)

5. **Savchenko E. V.** Components of the information competence of the future engineer, formed in the study of fundamental disciplines. *Sovremennoye obrazovaniye* [Modern Education]. 2020, no 4, pp. 37–48. Available at: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=31606 (accessed: 07.03.2023). doi: 10.25136/2409-8736.2020.4.31606 (In Russ.)
6. **Kovalenko A. V.** Graphic competence as one of the components of the professional competence of a bachelor of vocational training in the direction "051000.62 Vocational training (by industry)". *Vestnik YuUrGGPU* [Bulletin of the SUSUGPU]. 2011, no 10, pp. 83–95. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/graficheskaya-kompetentsiya-kak-odna-iz-sostavlyayuschih-professionalnoy-kompetentnosti-bakalavra-professionalnogo-obucheniya-po/viewer> (accessed: 09.03.2023). (In Russ.)
7. **Volkhin K. A., Leibov A. M.** Problems of formation of graphic competence in the system of higher professional education. *Filosofiya obrazovaniya* [Philosophy of education]. 2012, no 4 (43), pp. 16–22.

Сведения об авторе / Information about author

Дейнега Светлана Александровна / Svetlana A. Deynega

старший преподаватель кафедры механики / senior lecturer of the Department of Mechanics

Ухтинский государственный технический университет / Ukhta State Technical University

69300 Россия, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13 / 69300 Russia, Ukhta, Pervomayskaya str., 13

Статья поступила в редакцию / The article was submitted 10.03.2023

Одобрено после рецензирования / Approved after reviewing 14.03.2023

Принято к публикации / Accepted for publication 17.03.2023