

УДК 378.147

DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863.3/27.203680>**Микола КОЗЯР,***orcid.org/0000-0002-1074-886X**доктор педагогічних наук, професор,**завідувач кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства**Національного університету водного господарства та природокористування**(Рівне, Україна) nikolaynuvgr@ukr.net***Валерій КРІВЦОВ,***orcid.org/0000-0002-7233-1891**кандидат технічних наук, доцент,**доцент кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства**Національного університету водного господарства та природокористування**(Рівне, Україна) k rivtsov.valeriy@gmail.com***Леся ШКИЦА,***orcid.org/0000-0002-5352-3978**доктор технічних наук, професор,**завідувач кафедри інженерної та комп'ютерної графіки**Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу**(Івано-Франківськ, Україна) shkitsa@gmail.com*

ОБЕРНЕНА ЗАДАЧА ЯК ЗАСІБ ОТРИМАННЯ ДОДАТКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ЗВ'ЯЗКИ МІЖ ВЕЛИЧИНАМИ ВИХІДНОЇ ЗАДАЧІ

У статті розглядаються деякі методологічні аспекти вивчення нарисної геометрії в закладах вищої освіти. Можливості й особливості вирішення метричних і позиційних задач нарисної геометрії методом заміни площин проєкцій. Аналіз стану досліджуваної проблеми в теорії та практиці графічної освіти показує, що в науковому дискурсі широко обговорюються питання графічної підготовки здобувачів вищої освіти. Однак низка питань щодо методологічних проблем під час вивчення здобувачами вищої освіти конкретних тем дисципліни «Нарисна геометрія» досі не вирішена. Автори дослідження вважають, що, пояснюючи суть методу заміни площин проєкції, як це зазвичай відбувається, переходять до розгляду чотирьох основних задач. Для перших двох задач передбачено зміну положення прямої щодо введених однієї або двох нових площин проєкції із метою спрощення розв'язку поставленої задачі. Одним перетворенням пряма загального положення трансформується у пряму рівня, а задана пряма рівня – у проєкціюючу пряму. Розглядають тільки вищезазначені прямі задачі і не звертають уваги на важливість розв'язування обернених задач. Тому доцільно поєднувати вивчення як прямих, так і зворотних задач, розглядаючи їх у застосуванні єдності та взаємозв'язку для більш цілеспрямованого та швидкого пошуку бажаного результату.

Увага зосереджена на необхідності проєктування та моделювання навчального процесу графічного навчання, що дозволяє індивідуалізувати та безперешкодно зв'язувати викладання та навчання, роблячи процес теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти практичним досвідом.

Актуальність статті визначається необхідністю підвищення ефективності графічного навчання здобувачів вищої освіти під час вивчення нарисної геометрії. Запропонований підхід дозволить здобувачам вищої освіти надавати можливості для розвитку логіки, творчого мислення, просторової уяви. Концепція дослідження забезпечується єдністю методологічних, теоретичних і методичних аспектів.

Ключові слова: заклад вищої освіти, здобувач вищої освіти, методична система, графічна підготовка, графічна дисципліна, нарисна геометрія, метричні та позиційні задачі, оптимізація навчального процесу, графічна компетентність.

Mykola KOZYAR,*orcid.org/0000-0002-1074-886X**Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,**Head of the Department of Theoretical Mechanics, Engineering Graphics and Mechanical Engineering**National Water University Economy and Nature Management**(Rivne, Ukraine) nikolaynuvgr@ukr.net*

Valery KRIVTSOV,

orcid.org/0000-0002-7233-1891

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor, Department of Theoretical Mechanics,
Engineering Graphics and Mechanical Engineering
National Water University Economy and Nature Management
(Rivne, Ukraine) krivtsov.valeriy@gmail.com*

Lesya SCHWITZ,

orcid.org/0000-0002-5352-3978

*Doctor of Engineering, Professor,
Head of the Department of Engineering and Computer Graphics
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
(Ivano-Frankivsk, Ukraine) shkitsa@gmail.com*

THE INVERSE TASK AS A MEANS OF OBTAINING ADDITIONAL INFORMATION ABOUT THE SIZES OF THE ORIGINAL TASK

The article considers some methodological aspects of the study of descriptive geometry candidates of higher education. The possibilities and features of the solution of metric and positional tasks of descriptive geometry by way of replacement of the projections. Analysis of the condition of the problem under study in the theory and practice of graphics education shows that in scientific discourse is widely discussed issues of graphic training of applicants for higher education. However, a number of issues regarding methodological problems in the study of applicants to higher education the specific topics of the discipline "Descriptive geometry" is still not solved. The study's authors believe that explaining the essence of the method of replacing planes of projection, as is usually the case, proceed to the consideration of four main tasks. For the first two tasks provides for changing the position direct on the introduced one or two new planes of projections to facilitate the solution of the problem. One conversion, video General position is converted to a direct level, and the given video level project. In this case considering only direct the above problems and do not pay attention to the importance of solving inverse problems. The application allows you to find solutions to a large number of complex tasks (for new projections of the figure to its projection in a given (initial) the system of planes of projection to determine an intermediate position). It is therefore advisable to combine the study of both direct and inverse problems, considering them in the unity application and interconnection for a more focused and quickly find the desired result.

The attention is focused on the need to design and simulate the learning process of graphic training that allows you to individualize and seamlessly connect teaching and learning, making the process of theoretical training of applicants for higher education practical experience.

Relevance of article is determined by the need to increase the efficiency of graphic training of applicants of higher education in the study of descriptive geometry. The possibilities of optimization of the educational process. The proposed approach will enable the seekers of higher education will provide opportunities for the development of logic, creative thinking, spatial imagination. The concept of the research is ensured by the unity of methodological, theoretical and methodical aspects.

Key words: *institution of higher education, applicant for higher education, methodical system, graphic preparation, graphic discipline, geometric design, metric and positional tasks, optimization of educational process, graphic competence.*

Постановка проблеми. Вивчення графічних дисциплін у закладах вищої освіти (далі – ЗВО) забезпечує широкі можливості для розвитку логіки, творчого мислення, просторової уяви, формує вміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, обґрунтовувати, моделювати тощо. Нарисна геометрія виступає теоретичним підґрунтям значної частини графічних дисциплін.

Аналіз досліджень. Аналіз психолого-педагогічної літератури свідчить, що пошук шляхів підвищення якості графічної освіти у ЗВО здійснювали А. Бубенніков, В. Гордон, О. Джеджула, С. Ковальов, Ю. Короєв, В. Михайленко, Г. Райковська, Н. Ринін, Н. Рускевич, С. Фролов, О. Хейфец, М. Четверухін, Т. Чемоданова й ін. Окремі

аспекти вдосконалення методики викладання нарисної геометрії висвітлено у працях: (Козяр, 2017: 154–158), (Кривцов, 2015: 261–271), (Ткач, 2011), (Юсупова, 2006), (Федотова, 2011) та ін.

Мета статті – висвітлити методичні аспекти розв'язування метричних і позиційних задач дисципліни «Нарисна геометрія», щоб органічно поєднати навчання і самонавчання, що забезпечує оптимізацію навчального процесу. У реальному навчальному процесі методи навчання не використовуються відокремлено, навпаки, реалізуються у взаємопоєднанні та взаємозумовлюються.

Виклад основного матеріалу. Розв'язування значної кількості метричних та позиційних задач із нарисної геометрії значно спрощується, якщо

використовувати для цього способи перетворення проєкцій (епюра або креслення), зокрема спосіб заміни площин проєкцій.

Під час пояснення суті способу заміни площин проєкцій основні положення способу розглядають на прикладі проєкціювання точки. Для цього на епюрі фіксують проєкції довільно розміщеної точки A в системі площин проєкцій π_2/π_1 (рис. 1). Далі вводять нову площину проєкцій π_4 перпендикулярно до π_1 або до π_2 . На рис. 2 площину π_4 вводять перпендикулярно до π_1 і показують побудову нової проєкції A_4 на площині π_4 (пряма задача). Ця побудова виконується досить просто, урахуваючи, що відстань від нової проєкції A_4 до нової осі x_1 дорівнює відстані від проєкції A_2 до осі x . Означене правило дозволяє будувати нові проєкції прямих, плоских і просторових фігур.

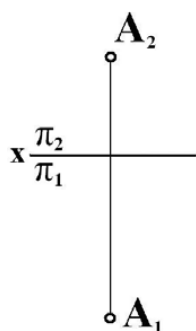


Рис. 1. Початкова умова прямої задачі

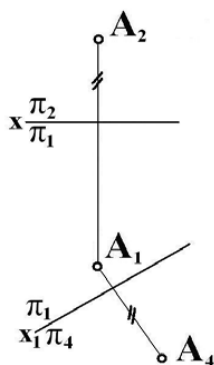


Рис. 2. Побудова проєкцій точки способом заміни площин проєкцій

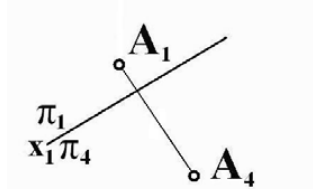


Рис. 3. Початкова умова оберненої задачі

Щоб закріпити в пам'яті здобувачів вищої освіти це правило побудови проєкцій точок, доцільно розв'язати й обернену задачу. Напри-

клад, дано проєкції точок A_1 і A_4 в новій системі площин проєкцій π_4/π_1 (рис. 3). Здобувачам вищої освіти потрібно побудувати проєкцію A_2 точки за умови, що вісь x буде розміщена умовно горизонтально. Розв'язок задачі наведено на рис. 2, тобто розв'язування як прямої задачі (рис. 1), так і оберненої (рис. 3) однакове і ґрунтується на наведеному вище правилі. Розв'язавши обернену задачу і зрозумівши, як графічно реалізується правило побудови проєкції точки на додатково уведений площині проєкцій, здобувач вищої освіти буде свідомо розв'язувати і більш складні задачі із застосуванням способу заміни площин проєкцій.

Пояснивши суть способу заміни площин проєкцій, науково-педагогічний працівник, як це зазвичай відбувається, переходить до розгляду чотирьох основних задач. За двома першими задачами передбачається зміна положення прямої стосовно введених однієї або двох нових площин проєкцій із метою спрощення розв'язку поставленої задачі. Одним перетворенням, тобто введенням однієї нової площини проєкцій, пряма загального положення трансформується у пряму рівня, а задана пряма рівня – у проєкціуючу пряму. Водночас розглядають тільки вищезазначені прямі задачі і не звертають уваги на важливість розв'язування обернених задач. Застосування останніх дозволяє знайти шляхи розв'язку значної кількості складних задач, у яких потрібно за знайденими новими проєкціями фігури отримати її проєкції в заданій (початковій) системі площин проєкцій. А також визначити проміжне положення проєкції фігури за відомими її проєкціями на попередній та наступній за проміжною площинах проєкцій, які послідовно вводять під час розв'язування задачі.

Тому доцільно поєднати вивчення як прямих, так і обернених задач, розглядаючи їх в єдності застосування та взаємного доповнення для більш цілеспрямованого та швидкого знаходження потрібного результату. Прямі й обернені задачі, які розглядаються у двох перших основних задачах, а також рекомендовану методику їх вивчення можна схематично представити таким чином:

Прямі задачі:

1 перетворення:

Пряма загального положення → пряма рівня;

Пряма рівня → проєкціуюча пряма.

2 перетворення:

Пряма загального положення → пряма рівня → проєкціуюча пряма.

Обернені задачі:

1 перетворення:

Пряма рівня \rightarrow пряма загального положення;
 Проекціююча пряма \rightarrow пряма рівня.
 2 перетворення:

Проекціююча пряма \rightarrow пряма рівня \rightarrow пряма загального положення.

Рекомендована схема вивчення 1 та 2 основних задач:

задач:

1 перетворення:

Пряма загального положення \rightarrow пряма рівня;

Пряма рівня \rightarrow проекціююча пряма.

2 перетворення:

Пряма загального положення \rightarrow пряма рівня \rightarrow проекціююча пряма.

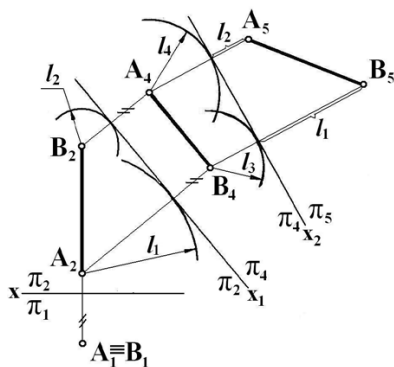


Рис. 4. Розв'язування оберненої задачі на перетворення прямої лінії

На рис. 4 наведено приклад оберненої задачі із двома перетвореннями, розв'язування якої ґрунтується на правилах виконання побудов прямої другої основної задачі і водночас розширює можливості застосування способу заміни площин проекцій. У даній задачі потрібно пряму АВ, яка в системі площин проекцій π_2/π_1 займає проекціююче положення, перевести в положення прямої загального положення в новій системі площин проекцій π_5/π_4 , причому точки А і В шуканої прямої повинні бути віддаленими від π_4 на відстань, що дорівнює відповідно l_2 і l_1 , а від π_5 – на відстань, що дорівнює l_4 і l_3 . Дана задача (рис. 4) та подібні дозволяють зрозуміти, що кінцевий результат для однієї задачі може бути початковою умовою для розв'язування іншої задачі, що зумовлено притаманним природі взаємозв'язком явищ і подій.

Рекомендовану методику вивчення прямих і обернених задач, які розглядаються у третій та четвертій основних задачах, можна схематично представити так:

1 перетворення:

Площина загального положення \rightarrow проекціююча площина;

Проекціююча площина \rightarrow площина рівня.

2 перетворення:

Площина загального положення \rightarrow проекціююча площина \rightarrow площина рівня.

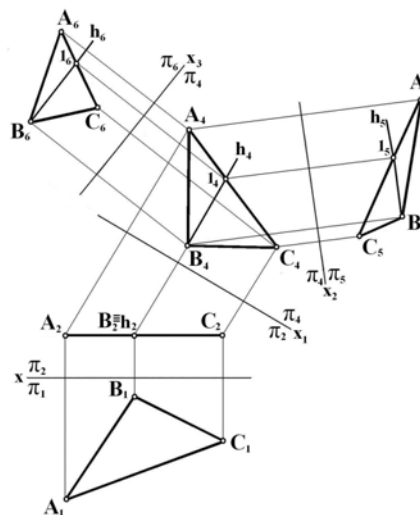


Рис. 5. Розв'язування оберненої задачі на перетворення площини

На рис. 5 наведено приклад оберненої задачі із двома перетвореннями, розв'язування якої ґрунтується на правилах виконання побудов прямої четвертої основної задачі. У даній задачі потрібно площину, що задана трикутником АВС і в системі площин проекцій π_2/π_1 займає положення площини рівня, перевести в положення площини загального положення в новій системі площин проекцій. Здобувачам вищої освіти буде корисно простежити за зміною положення горизонтальної прямої h у різних системах площин проекцій, що утворюються. У системі π_2/π_1 пряма h є прямою, перпендикулярною до π_2 і паралельною до π_1 ; у системі π_4/π_2 пряма h є прямою, перпендикулярною також до π_2 , але паралельною до π_4 ; у системі π_5/π_4 пряма h є прямою рівня, паралельною до π_4 . Якщо ввести нову площину проекцій π_6 перпендикулярно до π_4 , то пряма h буде також прямою рівня, паралельною до π_4 і проходитиме від площини π_4 на такій самій відстані, як і в системі π_5/π_4 .

Після аналізу цієї оберненої задачі здобувачам вищої освіти буде візуально більш очевидною необхідність під час розв'язування третьої та четвертої основних задач у площині загального положення проводити пряму рівня, перпендикулярно до якої вводять нову площину проекцій.

Наведемо приклади задач, розв'язування яких ґрунтується на виконанні побудов в обернених задачах. На рис. 6 потрібно побудувати в заданій системі π_2/π_1 проєкції O_1 і O_2 центра кола, описаного навколо трикутника ABC. Для отримання шуканого результату виконуємо побудови прямої четвертої основної задачі, унаслідок яких площина трикутника ABC у системі π_5/π_4 стає паралельною до π_5 . Визначивши проєкцію O_5 центра кола, знаходимо його проєкції O_1 і O_2 , відклавши для цього від відповідних осей проєкцій відрізки, що дорівнюють l_1 і l_2 . У цій задачі за знайденою проєкцією O_5 у новій системі площин проєкцій побудовано проєкції O_1 і O_2 в початковій системі площин проєкцій.

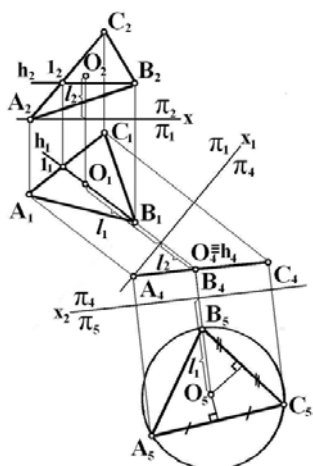


Рис. 6. Побудова проєкцій центра кола за допомогою прямої та оберненої задач

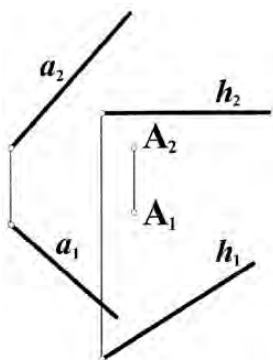


Рис. 7. Початкова умова задачі

На рис. 7 наведено графічну умову задачі, у якій потрібно через точку A провести пряму n, рівновіддалену від прямих a і h на відстань R. Це задача підвищеної складності, для розв'язування якої не досить знань лише правил виконання побудов способом заміни площин проєкцій, необхідно мати розвинену просторову уяву та вміння логічно розмірковувати. Розв'язок спочатку здійснюється подумки на основі нижченаведених розміркову-

вань, графічно представлених у вигляді наочного зображення на рис. 8. Шукана пряма n – дотична до двох прямих кругових циліндрів Σ і Δ радіусами R і осями h і a. Щоб побудувати проєкції прямої n, розміщуємо осі h і a циліндрів перпендикулярно до нових площин проєкцій π_4 і π_6 , на які поверхні циліндрів проєкціюються колами Σ_4 і Δ_6 – лініями основ циліндрів. Це дозволяє побудувати дотичні n_4 і n_6 до кіл Σ_4 і Δ_6 .

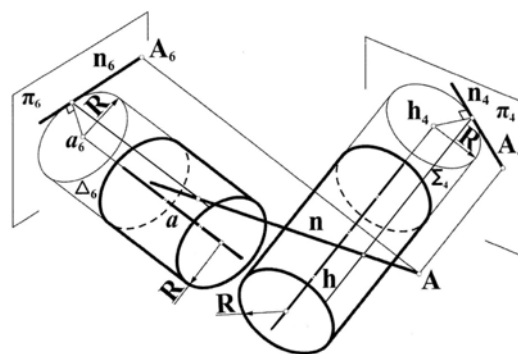


Рис. 8. Розв'язування задачі на наочному зображенні

На рис. 9 представлений розв'язок задачі на епюрі. Здобувачу вищої освіти, який подумки розв'язав цю задачу, нескладно буде побудувати проєкції n_4 і n_6 . Проте побудова проєкції n_5 , без якої неможливо визначити n_1 і n_2 , викличе певні труднощі. Тому опанування правил побудови проєкцій точок як у прямій, так і в обернених задачах, дозволяє знайти потрібне рішення. Для цього на n_6 вибираємо довільну точку B_6 . На n_4 їй відповідає точка B_4 , яку знайдено за умови, що відстань B_6 від x_3 дорівнює відстані B_4 від x_2 . Ці відстані визначають віддаленість B від π_5 – $|B\pi_5|$. Далі за точками B_4 і B_6 знаходимо B_5 , отже, визначаємо n_5 , а за точками B_4 і B_5 знаходимо спочатку B_1 , а потім B_2 , отже, визначаємо n_1 і n_2 .

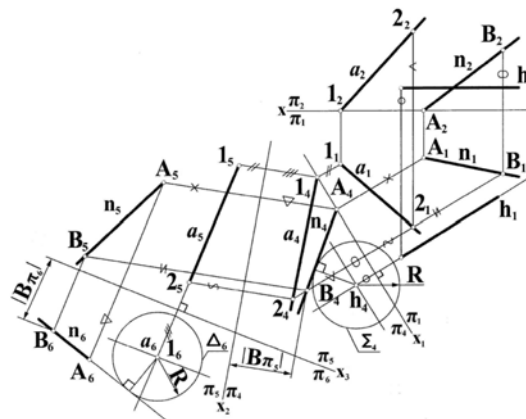


Рис. 9. Розв'язування задачі з початковою умовою на рис. 7 за допомогою прямої та оберненої задач

Висновки. Проведені нами дослідження дають підстави вважати, що вивчення правил графічних побудов не тільки у прямих, але і в обернених задачах, знання їх взаємозв'язку сприяє більш ґрунтов-

ному опануванню здобувачами вищої освіти суті способу заміни площин проєкцій, що дозволяє ефективно його використовувати під час розв'язування задач, різноманітних за змістом і складністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Козяр М., Кривцов В., Тимошук О. Створення та використання педагогічних програмних засобів з вивчення нарисної геометрії майбутніми фахівцями технічної галузі. *Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти* : збірник наукових праць. *Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету*. Вип. 6 (49). Рівне : РДГУ, 2017. С. 154–158.
2. Кривцов В., Козяр М. Застосування інтерактивних методів навчання при викладанні нарисної геометрії в умовах скорочення годин. *The journal of humanities of the CHEE "Pereyslav-Khmelnyskyi State Pedagogical University named after Hryhoriy Skovoroda"*: collection of scientific works. Pereyslav-Khmelnyskyi, 2015. Ed. 36. P. 261–271.
3. Ткач Д. Системная начертательная геометрия. Книга первая : Геометрия картинного пространства ортогональных проекций. Днепропетровск : издательство ПГАСА, 2011. 354 с.
4. Юсупова М. Компьютерные информационные технологии в обучении начертательной геометрии: монография. Киев : НПУ им. М. П. Драгоманова, 2006. 280 с.
5. Федотова Н. Формирование графической компетентности студентов технического вуза на основе трехмерного моделирования : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. Тамбов, 2011. 24 с.

REFERENCES

1. Kozyar M.M. Stvorenniya ta vukorustannya pedagogichnuch programnuch zasobiv z vuvchennya narusnoi geometrii maybutnimu fachivziamu technichnoi galyzi [Creation and use of pedagogical software for the study of descriptive geometry by future specialists in the technical field] / M.M. Kozyar, V.V. Krivtsov, A.S. Tymoschuk // Updating the content, forms and methods of education and upbringing in educational institutions : Collection of scientific works. Scientific notes of Rivne State Humanities University. Issue 6 (49). Exactly : RDGU, 2017. pp. 154-158.
2. Krivtsov V.V. Zastosyvvannya interaktivnuch metodiv navchanya pru vukladanni narusnoi geometr v ymovach skorchennya godun [Application of interactive teaching methods in teaching of geometric geometry in the conditions of reduction of hours] / V.V. Krivtsov, M.M. Kozyar // The Journal of Humanities of the CHEE «Pereyslav-Khmelnyskyi State Pedagogical University named after Khryhoriy Skovoroda» : collection of scientific works. Pereyslav-Khmelnyskyi, 2015. Ed. 36. P. 261-271.
3. Tkach D.I. Sistemnaya narusnaya geometriya. Kniga pervaya. Geometriya kartinnogo prostranstva ortogonalnuch proektsyy [System Outline Geometry. The book is the first. The geometry of the picture space of orthogonal projections]. Dnepropetrovsk : PGAAS Publishing House, 2011. 354 p.
4. Yusupova M.F. Kompyuternye informatsyyonnye technology v obychenyy nachertatelnoy geometriya : monografya [Computer information technologies in teaching geometric geometry : a monograph]. K. : NPU them. M.P. Drahomanov, 2006. 280 p.
5. Fedotova N.V. Formirovanie graficheskoy kompetentnosti stydentov technicheskogo vyza na osnove trechmernogo modelirovaniya [Formation of graphic competence of students of technical high school on the basis of three-dimensional modeling : author. diss. for the degree of candidate of ped. Sciences : Special. 13.00.08 «Theory and methodology of vocational education» / N.V. Fedotova]. Tambov, 2011. 24 p. [in Russian].