

К вопросу практической направленности обучения студентов технического вуза основам начертательной геометрии

Цель исследования. Введение в современных условиях системы дистанционного образования в форме электронной образовательной среды требует новых подходов к повышению заинтересованности обучаемых к усвоению материала. Особенно это касается дисциплин общеобразовательного цикла. Одним из путей повышения эффективности усвоения дисциплин является связь теории с практикой. Кроме того, традиционные практические задания по предметам общеобразовательного цикла не в полной мере учитывают применение получаемых знаний в будущей профессиональной деятельности обучаемых. Поэтому, целью данной работы являются исследования методики и разработка решения заданий, наиболее полно учитывающих практическую направленность изучаемых дисциплин общеобразовательного цикла в технических вузах.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования выбран курс начертательной геометрии, как предмет наиболее сложный для усвоения студентами первого курса высших учебных заведений технического направления. На основе анализа структуры учебной дисциплины «Начертательная геометрия и инженерная графика» авторы предлагают практическую часть курса привязать к конкретному техническому устройству. Затем, используя принятые допущения, теоретические положения и цели изучения начертательной геометрии, разработать комплекс взаимосвязанных задач, описывающих конструкцию технического устройства и взаимодействие его элементов, позволяющих выработать начальные навыки работы студента с машиностроительными чертежами вручную, а также посредством компьютерных программ как стандартных, так и разработанных преподавателями кафедры «Начертательная геометрия и графика» Пензенского государственного университета архитектуры и строительства.

Результаты. В статье представлены результаты применения практической направленности теоретических положений начертательной геометрии для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Эксплуатация транспортно-техно-

логических машин и комплексов» Пензенского государственного университета архитектуры и строительства. В качестве наглядного технического устройства выбран регулятор подачи жидкости, используемый в автомобильной технике. По своей сути практическая направленность заключается в решении трех взаимосвязанных задач по определению параметров регулятора методами начертательной геометрии: взаимное расположение элементов конструкции регулятора (комплексная позиционная задача); определение натуральных величин элементов регулятора (способы преобразования чертежа); определение характеристик корпуса регулятора для создания опоки при его отливке (пересечение поверхностей и развертка одного из тел с нанесенной на нее линией пересечения). Результаты решения поставленных задач представляются в виде расчетно-графических работ (РГР) и вкладываются в электронную среду дистанционного обучения, как итоговые отчетные документы по изучению основных разделов курса начертательной геометрии. Преподаватель размещает в электронной образовательной среде примеры выполнения РГР, особенности формирования начальных навыков для составления и чтения машиностроительных чертежей, а студенты загружают свои решения на страницу соответствующего курса поэтапно или выполненную в целом работу.

Заключение. В заключительной части статьи сформулированы выводы по результатам проделанных авторами исследований. В выводах отражены пути реализации целей изучения начертательной геометрии с использованием компьютерных технологий и электронного образования. Кроме того, показана уникальность и результаты применения предлагаемой методики в техническом вузе.

Ключевые слова: инженерное образование; методика преподавания начертательной геометрии; электронная образовательная среда; компьютерная технология; мотивация; позиционные задачи; чертеж; расчетно-графическая работа; приемы, способы и техники педагогической деятельности.

Leonid G. Polyakov¹, Tatyana D. Polyakova²

¹ Penza State University of Architecture and Construction, Penza, Russia

² Penza State University, Penza, Russia

On the Issue of Practical Orientation of Teaching Students of Technical Universities the Basics of Descriptive Geometry

Purpose of the research. The introduction of a distance education system in the form of an electronic educational environment in modern conditions requires new approaches to increasing the interest of students in learning the material. This is especially true for general education subjects. One of the ways to improve the efficiency of learning disciplines is to link theory with practice. In addition, traditional practical tasks on subjects of the general education cycle do not fully take into account the application of the acquired knowledge in the future professional activity of students. Therefore, the purpose of this work is to study the methodology and develop solutions to

tasks that most fully take into account the practical orientation of the studied subjects of the general education cycle in technical universities.

Materials and methods. As the object of research, the course of descriptive geometry was chosen as the most difficult subject for students of the first year of higher educational institutions of technical direction. Based on the analysis of the structure of the discipline "descriptive geometry and engineering graphics", the authors propose to link the practical part of the course to a specific technical device. Then, using the accepted assumptions, theoretical positions and goals of studying descriptive geometry, we need to develop a set of interrelated tasks that describe the

design of a technical device and the interaction of its elements, allowing you to develop the initial skills of the student with mechanical drawings manually, as well as through computer programs both standard and developed by lecturers of the Department "Descriptive Geometry and Graphics" of the Penza State University of Architecture and Construction.

Results. The article presents the results of applying the practical orientation of the theoretical provisions of descriptive geometry for students studying in the direction of "Operation of transport and technological machines and complexes" of the Penza State University of Architecture and Construction. As a visual technical device, the liquid supply regulator, used in automotive equipment is selected. Essentially practical orientation is to solve three interrelated problems to determine controller parameters by the methods of descriptive geometry: relative position of subassemblies of the regulator (integrated positional task); determination of the actual values of the elements of the regulator (how to convert a drawing); characterization of the body of the regulator for creation of the flask when casting (intersection of the surfaces and scan one of the bodies coated with line-crossing). The results of solving the tasks are presented in the form of calculation

and graphic works and laid out in the electronic environment of distance learning, as the final report documents for the study of the main sections of the course of descriptive geometry. The lecturer places examples of calculation and graphic works' implementation in the electronic educational environment, features of formation of initial skills for drawing and reading machine-building drawings, and students upload their decisions to the page of the corresponding course in stages or the work performed as a whole.

Conclusion. In the final part of the article, conclusions are formulated based on the results of the research, made by the authors. The conclusions reflect the ways to achieve the goals of studying descriptive geometry using computer technologies and e-education. In addition, the uniqueness and results of using the proposed method in a technical University are shown.

Keywords: engineering education; methods of teaching descriptive geometry; electronic educational environment; computer technology; motivation; positional tasks; drawing; calculation and graphic work; methods and techniques of pedagogical activity.

Введение

Подготовка высококвалифицированных специалистов во все времена являлась и является одной из актуальных проблем учебных заведений, в том числе и высшей школы. С введением системы дистанционного образования в форме электронной образовательной среды этот процесс становится наиболее эффективным и продуктивным [1, 2].

С одной стороны, электронная образовательная среда облегчает доступ к информационной составляющей процесса обучения, но с другой — получаемая информация не в полной мере отвечает условиям мотивации ее усвоения. Прежде всего, это обусловлено тем, что отсутствует непосредственный контакт обучающегося с обучающим [3]. Поэтому возникает необходимость разработки способов подачи информации таким образом, чтобы она при дистанционном обучении положительно влияла на заинтересованность обучающегося в освоении необходимых знаний, умений и навыков. Одним из эффективных факторов повышения личной заинтересованности является взаимосвязь теоретических положений с решением практических задач, связанных с будущей профессией [4].

Однако анализ заданий предлагаемых для решения задач по начертательной геометрии

для различных высших учебных заведений [5–13] показал, что они носят только теоретический характер без учета практической направленности. Поэтому желательно для дистанционного обучения подобные задания доработать с точки зрения их практической значимости.

В данной работе будет рассмотрен один из вариантов применения теоретических положений для организации и проведения практических занятий дисциплины естественно-математического блока, применительно к начертательной геометрии как наиболее сложного предмета для усвоения обучающихся первого курса, поскольку в программе большинства среднеобразовательных школ (СОШ) отсутствует черчение, и абитуриенты приходят в вуз неподготовленными.

В общем случае задача практической направленности должна решаться в следующей последовательности:

1. На основе анализа структуры курса «Начертательная геометрия и инженерная графика» для направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (ЭТМК) в Пензенском государственном университете архитектуры и строительства (ПГУАС) необходимо определить набор отчетных документов, харак-

теризующих уровень усвоения материала данной дисциплины.

2. Выбрать техническое устройство, связанное в данном примере с автомобильной техникой и определить допущения, позволяющие использовать его элементы (детали) для составления заданий в отчетные документы.

3. Разработать состав конкретных задач для отчетных документов с учетом целей обучения начертательной геометрии применительно к будущей профессии.

4. Увязать аудиторное обучение и электронную образовательную среду (дистанционное обучение с целью улучшения контактного общения, взаимопонимания студента и преподавателя и, как результат, качественного усвоения материала.

Анализ структуры курса начертательной геометрии и выбор технического устройства для практического его применения

Структура курса начертательной геометрии

Весь курс начертательной геометрии для направления ЭТМК в ПГУАС [14–18] можно представить в виде трех основных блоков.

Блок 1 включает в себя методы проецирования, изображения и характеристики

основных геометрических объектов на эюре Монжа (точка, прямая, плоскость), а также их взаимное расположение (позиционные задачи).

Блок 2 является блоком метрических задач и включает различные способы преобразования чертежа (способ замены плоскостей проекций, способ вращения вокруг проецирующей прямой, способ плоскопараллельного переноса).

Блок 3 рассматривает поверхности, взаимное расположение основных геометрических объектов с поверхностями и пересечение поверхностей (позиционные задачи второго рода). Кроме того, к этому блоку относятся способы построения разверток поверхностей.

Студентам предлагается изучение каждого блока завершать отчетным документом в виде расчетно-графической работы (РГР). По своей сути РГР должна содержать результат решения комплексной задачи, характеризующей уровень усвоения материала изучаемого раздела.

Следовательно, блок 1 должен заканчиваться защитой РГР-1 — «Комплексная позиционная задача», блок 2 — набором метрических задач и блок 3 — построением линии пересечения двух тел и развертки одного из них.

Подготовку исходных данных, выбор технического устройства и разработку методики выполнения РГР осуществляет преподаватель, используя апробированные ранее оригинальные методики авторов данной статьи, собственные разработки. Особенности подачи материала и результаты апробации доложены Поляковым Л.Г. на международной научно-методической конференции «Инновационные технологии и результаты ее апробации обучения в техническом ВУЗе» 2009 году [19]. Кроме того, в электронной образовательной среде (ЭОС) ПГУАС

размещены конкретные приемы, способы и техники педагогической деятельности в рамках изучаемого предмета [20]. Результаты поэтапного выполнения заданий обучаемый загружает на соответствующую страницу в ЭОС, где преподаватель проводит проверку, пишет замечания и осуществляет текущую аттестацию.

Техническое устройство и принятые допущения

В качестве технического устройства для реализации практической направленности рассмотрим принципиальную схему регулятора подачи жидкости (рис. 1).

Устройство регулятора. Регулятор подачи жидкости [16] предназначен для изменения скорости работы гидравлических агрегатов и приспособлений, устанавливаемых на автотракторной технике. Регулятор состоит из корпуса 1, в котором собраны регулирующий механизм и механизм отключения гидронасоса. Регулирующий механизм включает седло 2, шток 4, иглу 3 с поводком 12 и ограничитель хода 5, а механизм отключения гидронасоса — упор 10 и штангу 6 с рычагом 7. Соединение регулятора с гидросистемой обеспечивается за счет входного 8

и выходного 9 штуцеров.

В исходном положении шток 4 находится в верхней точке. При этом игла 3 перекрывает доступ гидросмеси из полости «А» в полость «В». В таком положении поводок 12 воздействует на рычаг 7, поворачивая его вокруг оси (точка F) по часовой стрелке. Рычаг 7 своей площадкой находит на микровыключатель, через который происходит отключение гидронасоса. Подача гидросмеси отсутствует.

Принцип действия регулятора. При внешнем воздействии шток 4 перемещается вниз по направляющим 11 и освобождает рычаг 7, посредством которого происходит включение гидронасоса. Гидронасос создает давление в гидросистеме, и гидросмесь через входной штуцер 8 поступает в полость «А» регулятора. Далее гидросмесь через зазор между седлом 2 и иглой 3 поступает в полость «В», а затем через выходной штуцер 9 к рабочему агрегату. Изменение количества и скорости подачи гидросмеси к рабочему агрегату обеспечивается увеличением или уменьшением величины зазора (площади сечения) между седлом 2 и иглой 3. Ограничение максимальной скорости подачи гидросмеси

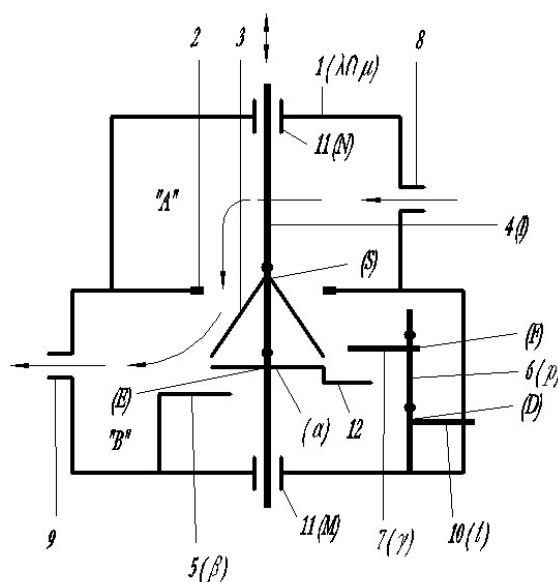


Рис. 1. Принципиальная схема регулятора

осуществляется за счет ограничителя 5.

Принятые допущения. Для описания конструктивных характеристик и параметров элементов регулятора с точки зрения начертательной геометрии необходимо ввести ряд обозначений и допущений, т.е. конструктивные элементы и их рабочие участки представить в виде элементарных геометрических объектов:

– корпус 1 – в виде пересекающихся поверхностей λ и μ (гранных, поверхностей второго рода или их сочетания);

– седло 2 – в виде цилиндра с вписанной в него усеченной трехгранно пирамидой;

– иглу 3 – в виде трехгранной пирамиды с вершиной S и основанием, заданным плоскостью a (ΔABC);

– шток 4 – в виде отрезка прямой 1, перпендикулярно плоскости a и проходящего через точки S и E трехгранной пирамиды;

– ограничитель 5 – в виде плоскости β , а его крепление к корпусу 1 в виде ее следов β_1 и β_2 ;

– штангу 6 – в виде отрезка профильной прямой p с узлами крепления рычага 7 и упора 10 соответственно в точках F и D ;

– рабочую поверхность рычага 7 – в виде плоскости γ , параллельной плоскости a ;

– штуцера 8 и 9 – в виде цилиндров;

– упор 10 – в виде отрезка прямой t ;

– сальники 11 – в виде точек пересечения M и N прямой l с плоскостями проекций π_1 и π_2 .

Особенности теоретической подачи материала при разработке расчетно-графических работ

Методика обучения студентов решению комплексной позиционной задачи, апробированная в ПГУАС

Одной из основных целей начертательной геометрии является выработка у обучающегося

умения представлять элементарные геометрические объекты в виде их проекций как основу построения чертежей.

Традиционно комплексную позиционную задачу в технических вузах предлагают решать методом двух изображений, что не в полной мере удовлетворяет основной цели начертательной геометрии. Поэтому РГР-1 авторы предлагают выполнить методом трех проекций, т.е. используя три плоскости проекций. Такой подход позволяет заложить основы формирования пространственного мышления применительно к проекционному черчению (построению недостающего вида по двум известным).

Таким образом, учитывая принятые допущения и цели начертательной геометрии, комплексную позиционную задачу (построение схемы регулятора) можно представить в виде решения следующих частных задач:

1. По координатам точек A , B и C построить проекции плоскости a , заданной треугольником ΔABC .

2. Определить положение точки D , если известно, что она принадлежит плоскости a и отстоит от плоскостей проекций π_3 и π_1 соответственно на заданные расстояния x_D и z_D .

3. Через точку D провести профильную прямую p под углом 60° к плоскости проекции π_1 . На данной прямой отложить отрезок $DF = 40$ мм и определить одно из двух возможных положений точки F .

4. Через точку F провести плоскость γ , параллельную плоскости a . Эту плоскость выразить двумя пересекающимися прямыми m и n .

5. Определить положение точки E , принадлежащей плоскости a , если известно, что $AE:ED = 2:3$.

6. Через точку E провести прямую l , перпендикулярную плоскости a , и определить видимость прямой относительно плоскости a , ограниченной треугольником ΔABC .

7. Показать видимость прямой l относительно плоскости a ограниченной треугольником ΔABC .

8. На прямой l определить положение точки S , если известно, что она отстоит от плоскости проекций π_1 на расстоянии z_s .

9. Найти точки встречи (следы) M и N прямой l с плоскостями проекций π_1 и π_2 соответственно.

10. Определить видимость прямой l относительно плоскостей проекций π_1 и π_2 .

11. Построить следы β_1 и β_2 плоскости β , проходящей через одну из вершин треугольника ΔABC и перпендикулярной к одной из его сторон.

Исходными данными для решения комплексной позиционной задачей являются: координаты точек A , B , C ; удаления точки D от плоскостей проекций π_3 и π_1 — x_D и z_D соответственно; удаление точки S от плоскости проекций π_1 — z_s ; для построения плоскости β — одна из вершин треугольника ΔABC и его сторона.

Вариант оформления комплексной позиционной задачи приведен на рис. 2.

Методика обучения студентов решению метрических задач, апробированная в ПГУАС

Традиционно одной из основных целей РГР-2 является закрепление на практике теоретических положений по определению натуральных величин геометрических параметров разными способами преобразования чертежа. Но в рассматриваемой РГР-2 предлагается получить практические навыки по умению читать чертежи и выделять отдельные составные части как элементы сборочных единиц. Для этого в качестве исходных данных, как исходный чертеж, используют результаты решения комплексной позиционной задачи РГР-1.

Сам процесс формирования навыков по чтению чертежа предлагается проводить следующим образом.

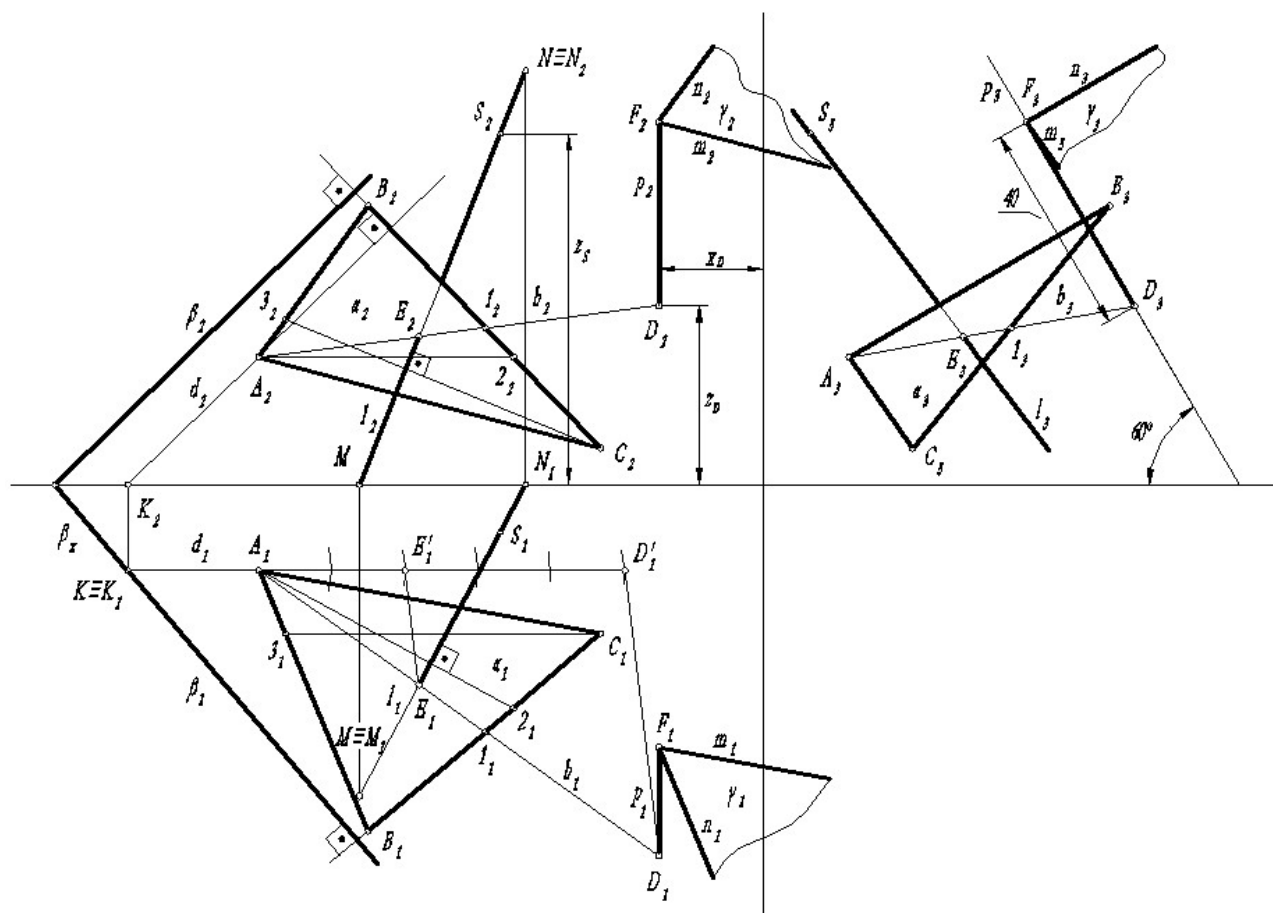


Рис. 2. Комплексная позиционная задача (вариант РГР-1)

Вначале — обучаемый, исходя из условий задачи РГР-2, анализирует комплексный чертеж (РГР-1) и, расчленяя его на составные части, определяет необходимый набор элементов для ее решения. Затем, выбравшие элементы по координатам их характерных точек копирует на отдельные листы где осуществляются преобразования исходных чертежей (решение метрических задач).

Рассмотрим реализацию целей РГР-2 на примере определения основных геометрических характеристик корпуса 1, штока 4, иглы 3 и поводка 12 регулятора (рис. 1).

Учитывая особенности подачи учебного материала, будем считать, что к основным геометрическим характеристикам относятся:

— рабочая длина штока 4, т.е. расстояние между сальником 11 и точкой крепления с иглой 3;

— длина поводка 12;

— геометрические размеры и параметры иглы 3.

С учетом принятых допущений при выполнении РГР-1 решение РГР-2 сводится к решению частных задач по установлению натуральных величин основных геометрических размеров элементов регулятора. При этом используют различные методики.

1. Способом прямоугольного треугольника определить углы наклонов и натуральные величины отрезков $[ED]$ и $[EN]$ (угол наклона ε° отрезка $[ED]$ к плоскости π_2 и угол наклона η° отрезка $[EN]$ к плоскости π_1).

2. Используя расчетную схему, построить проекции пирамиды $SABC$ и ее высоты SE на плоскостях π_1 и π_2 и определить видимость ее элементов, пользуясь способом конкурирующих точек.

3. Способом вращения определить натуральные вели-

чины высоты (отрезок $[SE]$) и основания пирамиды (треугольник $\triangle ABC$).

4. Способом замены плоскостей проекций определить: — кратчайшее расстояние между ребром $[AS]$ и стороной $[BC]$, а также угол наклона одного из ребер к плоскости проекций π_1 (угол α);

— угол φ между гранями ACS и BCS ;

— угол δ между ребром $[AS]$ и гранью SBC ;

— натуральную величину грани SBC .

Варианты оформления метрических задач 1, 2 и 3 приведены на рис. 3, для задачи 4 — на рис. 4.

Особенности методики обучения студентов построению линий пересечения поверхностей и разверток, используемые в ПГУАС.

Выполнение РГР-3 привязывается к процессу изго-

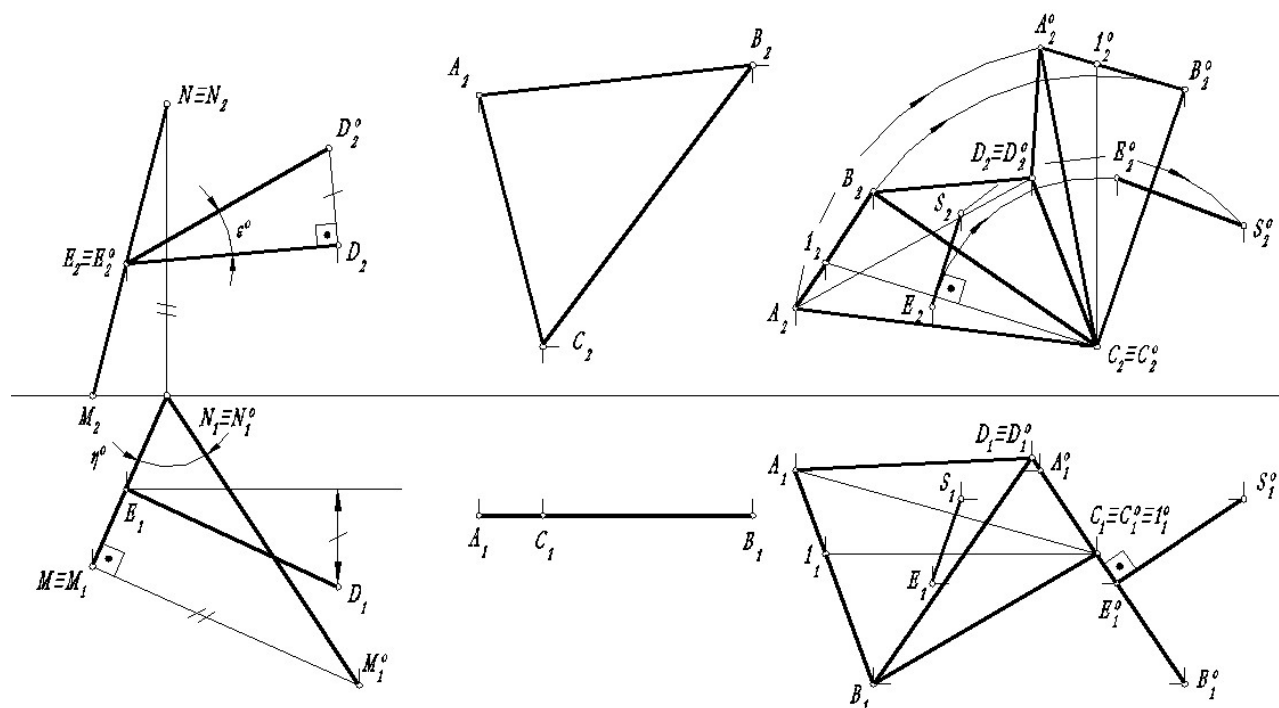


Рис. 3. Построение пирамиды и определение натуральных величин способами прямоугольного треугольника, вращения и плоскопараллельного переноса (вариант)

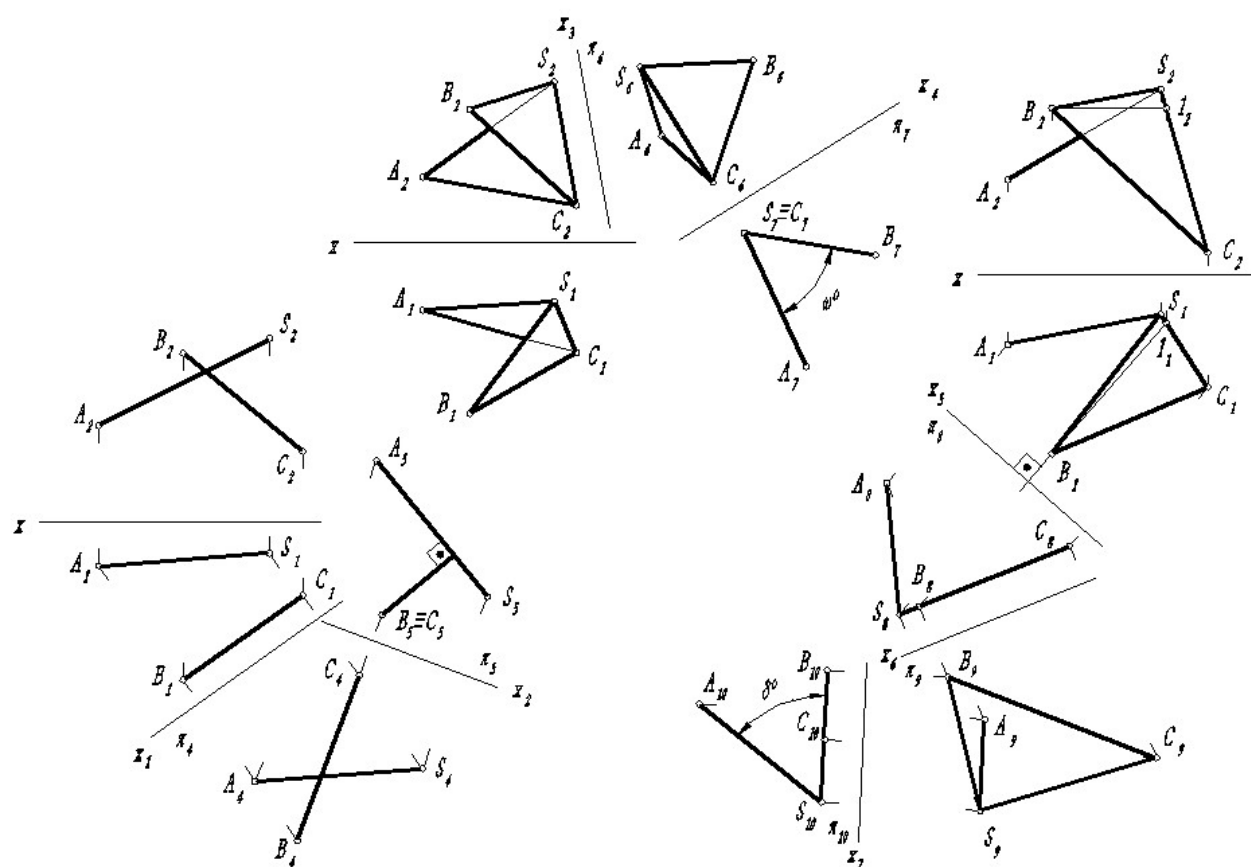


Рис. 4. Определение натуральных величин способом замены плоскостей проекций (вариант)

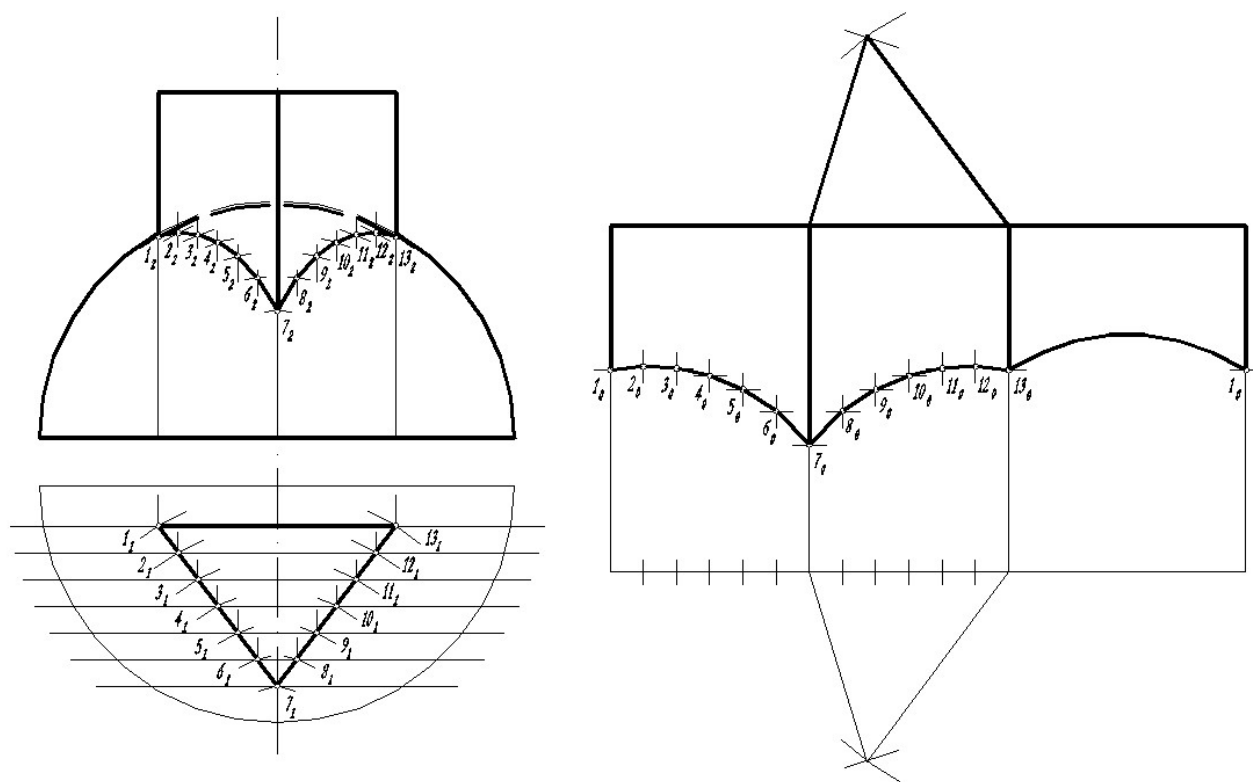


Рис. 5. Пересечение двух тел и построение развертки одного из них (вариант)

товления корпуса регулятора способом его отливки. Для отливки корпуса необходимость создания опоки по его форме. По своей сути форма корпуса регулятора представляет полое тело, состоящее из нескольких пересекающихся поверхностей. Поэтому РГР-3 посвящена определению линии пересечения двух тел поверхностей и нанесению этой линии на развертку одного из них. Особенность РГР-3 по сравнению с традиционными решениями задачи заключается в нанесении линии пересечения тел на развертку этих тел.

Таким образом, на основе полученных знаний в теоретическом курсе по начертательной геометрии о построениях линии пересечения тел и разверток выполнение РГР-3 сводится к решению следующих частных задач:

1. Построить линию пересечения поверхностей λ и μ на примере двух тел.
2. Определить видимость тел относительно друг друга.

3. Построить развертку одного из тел.

4. Нанести линию пересечения тел на развертку.

Исходными данными для РГР-3 служат пересекающиеся тела, их геометрические размеры.

Вариант решения и оформления РГР-3 приведен на рис. 5.

Заключение

В процессе подготовки специалистов по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» необходимо формировать у обучающихся знания и умения работы с конструкторской документацией, составной частью которой являются машиностроительные чертежи. Выработка первичных навыков по составлению и чтению технических чертежей закладываются уже на 1 курсе при изучении дисциплины «Начертательная геометрия». Однако анализ существующих методик преподавания расчетно-графи-

ческих работ показал, что такие вопросы как составление графических изображений в трех проекциях и умение читать чертеж отображены, как правило, не в полной мере или вообще не учитываются.

Поэтому в предлагаемой технологии преподавания практической части и отработки результатов обучения студентов учтены недостатки иных вариантов и способов подачи материала следующим образом:

1. РГР-1 позволяет выработать навыки составления чертежей в трех проекциях. Для этого в работе используется профильная плоскость проекций, а проекции некоторых элементов определяются с использованием Y -координаты точек этих элементов.

2. РГР-2 вырабатывает навыки по умению читать чертежи. Это достигается тем, что исходные данные для задач РГР-2 определяются по результатам решения РГР-1.

3. РГР-3 позволяет строить развертки с учетом линии пе-

ресекающих тел, что в традиционных РГР не предусматривается.

Оценка эффективности совместной работы преподавателя и студентов с использованием предлагаемой и традиционной методик осуществлялась путем сравнения численных значений показателей своевременности и качества выполнения РГР. Получилось, что при использовании разработанной методики своевременность выполнения РГР возрастает с 72% до 89%, а качество выполнения РГР (средний балл) — с 3,72 до 4,68.

К общим выводам использования разработанной методики относятся:

1. При выполнении РГР происходит первое знакомство с требованиями стандартов по оформлению чертежей,

поскольку результаты решения должны оформляться в соответствии с требованиями нормативов по оформлению формата чертежа, соответствующих линий чертежа, шрифты чертежные, простановка размеров [21 – 24].

2. Повышение мотивации к изучению курса начертательной геометрии, при этом для наглядности задания для расчетно-графических работ привязаны к конкретному техническому устройству – регулятору подачи жидкости. Однако, предложенный подход к составлению заданий по начертательной геометрии может быть распространен и на другие специальности, например, если вместо регулятора использовать элементарный домик с различными пристройками и башенками, то данную методику

можно применить и для подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство».

3. Студенты, пропускавшие занятия имеют возможность ознакомиться с новой методикой выполнения заданий на соответствующей странице сайта ЭОС ПГУАС [20].

4. Студенты получают возможность выкладывать в установленные преподавателем сроки для проверки свои графические работы и своевременно получать информацию о качестве их выполнения.

5. За счет использования оригинальной методики преподавания дисциплины, с точки зрения выполнения РГР и возможностей ЭОС ПГУАС достигаются требуемые значения показателей качества усвоения материала начертательной геометрии.

Литература

1. Дробинин Н.С., Нелюбин Д.И. Электронная обучающая среда как средство повышения эффективности образовательного процесса // Молодой ученый. 2015. № 2 (82). С. 513–515.

2. Тарасеева Н.И., Баулина О.В. Эффективность применения инновационных технологий в организации практической подготовки // Открытое образование. 2019. № 23(2). С. 14–22. DOI: 10.21686/1818-4243-2019-2-14-22.

3. Поляков Л.Г., Полякова Т.Д., Гаврилюк Л.Е. Модель формирования мотивации обучения // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2020. №1 (26). С. 7–15.

4. Имас О.Н., Шерстнева А.И. Сравнительный анализ факторов, влияющих на успешное усвоение математических дисциплин студентами младших курсов высших учебных заведений // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1.

5. Жирных Б.Г., Серёгин В.И., Шарикян Ю.Э. Начертательная геометрия. Под общ. ред. В.И. Серегина 1-е изд. М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. 168 с.

6. Оганесов О.А., Кузенева Н.Н., Рябикова И.М. Начертательная геометрия и инженерная графика: теория, контрольные задания и примеры решения задач. Ч. 1. М.: МАДИ(ГТУ), 2002. 65 с.

7. Леонова О.Н., Солодухин Е. А. Начертательная геометрия в примерах и задачах. СПб.: СПбГАСУ, 2015. 44 с.

8. Ахметов Н.Д., Феоктистова Л.А., Рзаева Т.В., Гимадеев М.М., Коробова А.Г., Кривошеев В.А.,

Набиуллина Г.И., Валлиахметова Л.Н. Начертательная геометрия. Практикум: учебное. пособие под ред. Н.Д. Ахметова. Набережные Челны: Издательско-полиграфический центр Набережно-челнинского института К(П)ФУ, 2017. 168 с.

9. Яковцева О.И., Бирилло Н.С. Начертательная геометрия: учеб.-метод. пособие по выполнению расчетно-графических работ. Гомель: БелГУТ, 2013. 52 с.

10. Мухина М. Л., Скобелева И. Ю. Начертательная геометрия под ред. И.А. Ширшовой. Нижний Новгород: НГТУ им Р. Е. Алексеева, 2014. 159 с.

11. Золотарева С. В. Начертательная геометрия: учебное пособие. Комсомольск на-Амуре: Государственное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», 2017. 92 с

12. Поляков Л.Г. Начертательная геометрия и инженерная графика. Часть 1. Начертательная геометрия. Курс лекций по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Пенза: ПГУАС, 2017. 100 с.

13. Поляков Л.Г. Начертательная геометрия и инженерная графика. Ч. 1: учебно-методическое пособие к практическим занятиям по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Пенза: ПГУАС, 2017. 214 с.

14. Поляков Л.Г. Начертательная геометрия и инженерная графика: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация

транспортно-технологических машин и комплексов». Пенза: ПГУАС, 2017. 236 с.

15. Поляков Л.Г. Начертательная геометрия и инженерная графика: учебно-методическое пособие по выполнению расчетно-графических работ для направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». Пенза: ПГУАС, 2017. 212 с.

16. Поляков Л.Г. Формирование методики обучения построению поверхностей в теории изображений. Пенза: ПГУАС, 2020. 172с.

17. Поляков Л.Г., Слюсар Г.С. Повышение прикладной направленности курса начертательной геометрии // Сборник статей международной научно-методической конференции «Инновационные технологии обучения в техническом ВУЗе». Пенза: ПГУАС, 2009. С. 43–49.

18. Б1.Б.1.10 Начертательная геометрия и инженерная графика [Электрон. ресурс]. Пенза: ПГУАС. Режим доступа: <http://do.pguas.ru/course/view.php?id=1437>.

19. ГОСТ 2.301-68 Единая конструкторская документация. Форматы. М.: Стандартинформ, 2007. 6 с.

20. ГОСТ 2.303-68 Единая конструкторская документация. Линии. М.: Стандартинформ, 2007. 8 с.

21. ГОСТ 2.304-68 Единая конструкторская документация. Шрифты чертежные. М.: Стандартинформ, 2007. 30 с.

22. ГОСТ 2.307-2011 Единая конструкторская документация. Нанесение размеров и предельных отклонений (с поправками). М.: Стандартинформ, 2011. 32 с.

References

1. Drobinin N.S., Nelyubin D.I. E-learning environment as a means of improving the educational process. *Molodoy uchenyy = Young scientist*. 2015; 2 (82): 513-515. (In Russ.)

2. Taraseyeva N.I., Baulina O.V. The effectiveness of innovative technologies in the organization of practical training. *Otkrytoye obrazovaniye = Open Education*. 2019; 23(2): 14-22. DOI: 10.21686/1818-4243-2019-2-14-22. (In Russ.)

3. Polyakov L.G., Polyakova T.D., Gavriluk L.Ye. A model for the formation of learning motivation. *Obrazovaniye i nauka v sovremennom mire. Innovatsii = Education and science in the modern world. Innovation*. 2020; 1 (26): 7-15. (In Russ.)

4. Imas O.N., Sherstneva A.I. A comparative analysis of factors affecting the successful mastering of mathematical disciplines by junior students of higher educational institutions. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education*. 2014; 1. (In Russ.)

5. Zhirnykh B.G., Serogin V.I., Sharikyan YU.E. *Nachertatel'naya geometriya. Pod obshch. red. V.I. Seregina 1-ye izd = Descriptive geometry*. Ed. Seregina. 1st edition. Moscow: Publishing house of MSTU. N.E. Bauman; 2015. 168 p. (In Russ.)

6. Oganessov O.A., Kuzeneva N.N., Ryabikova I.M. *Nachertatel'naya geometriya i inzhenernaya grafika: teoriya, kontrol'nyye zadaniya i primery resheniya zadach. CH. 1 = Descriptive geometry and engineering graphics: theory, control tasks and examples of problem solving. Part 1*. Moscow: MADI(GTU); 2002. 65 p. (In Russ.)

7. Leonova O.N., Solodukhin Ye. A. *Nachertatel'naya geometriya v primerakh i zadachakh = Descriptive geometry in examples and problems*. Saint Petersburg: SPbGASU; 2015. 44 p. (In Russ.)

8. Akhmetov N.D., Feoktistova L.A., Rzayeva T.V., Gimadeyev M.M., Korobova A.G., Krivosheyev V.A., Nabiullina G.I., Valliakmetova L.N. *Nacherta-*

tel'naya geometriya. Praktikum: uchebnoye. posobiye pod red. N.D. Akhmetova = Descriptive geometry. Workshop: training. allowance under the editorship of N.D. Akhmetova. Naberezhnyye Chelny: Publishing and printing center of the Naberezhnyye Chelny Institute K (P) FU; 2017. 168 p. (In Russ.)

9. Yakovtseva O.I., Birillo N.S. *Nachertatel'naya geometriya: ucheb.-metod. posobiye po vypolneniyu raschetno-graficheskikh rabot = Descriptive geometry: textbook. Method. allowance for the implementation of settlement and graphic work*. Gomel: BelSUT; 2013. 52 p.

10. Mukhina M. L., Skobeleva I. YU. *Nachertatel'naya geometriya pod red. I.A. Shirshovoy = Descriptive geometry*, ed. I.A. Shirshova. Nizhniy Novgorod: Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev; 2014. 159 p. (In Russ.)

11. Zolotareva S. V. *Nachertatel'naya geometriya: uchebnoye posobiye = Descriptive geometry: a training manual*. Komsomolsk-on-Amur: State educational institution of higher education "Komsomolsk-on-Amur State University"; 2017. 92 p. (In Russ.)

12. Polyakov L.G. *Nachertatel'naya geometriya i inzhenernaya grafika. Chast' 1. Nachertatel'naya geometriya. Kurs lektsiy po napravleniyu 23.03.03 «Ekspluatatsiya transportno-tekhnologicheskikh mashin i kompleksov» = Descriptive geometry and engineering graphics. Part 1. Descriptive geometry. Lecture course in the direction of 03.23.03 «Operation of transport-technological machines and complexes»*. Penza: PGUAS; 2017. 100 p. (In Russ.)

13. Polyakov L.G. *Nachertatel'naya geometriya i inzhenernaya grafika. CH. 1: uchebno-metodicheskoye posobiye k prakticheskim zanyatiyam po napravleniyu podgotovki 23.03.03 «Ekspluatatsiya transportno-tekhnologicheskikh mashin i kompleksov» = Descriptive geometry and engineering graphics. Part 1: a teaching aid for*

practical training in the field of preparation 03.23.03 «Operation of transport-technological machines and complexes». Penza: PGUAS; 2017. 214 p. (In Russ.)

14. Polyakov L.G. Nachertatel'naya geometriya i inzhenernaya grafika: uchebno-metodicheskoye posobiye dlya samostoyatel'noy raboty po napravleniyu podgotovki 23.03.03 «Ekspluatatsiya transportno-tekhnologicheskikh mashin i kompleksov» = Descriptive geometry and engineering graphics: a training manual for independent work in the field of preparation 03.23.03 «Operation of transport-technological machines and complexes». Penza: PGUAS; 2017. 236 p. (In Russ.)

15. Polyakov L.G. Nachertatel'naya geometriya i inzhenernaya grafika: uchebno-metodicheskoye posobiye po vypolneniyu raschetno-graficheskikh rabot dlya napravleniya podgotovki 23.03.03 «Ekspluatatsiya transportno-tekhnologicheskikh mashin i kompleksov» = Descriptive geometry and engineering graphics: a training manual on the implementation of computational and graphic work for the training direction 03.23.03 «Operation of transport and technological machines and complexes». Penza: PGUAS; 2017. 212 p. (In Russ.)

16. Polyakov L.G. Formirovaniye metodiki obucheniya postroyeniyu poverkhnostey v teorii izobrazheniy = The formation of teaching methods for surface construction in image theory. Penza: PGUAS; 2020. 172 p. (In Russ.)

17. Polyakov L.G., Slyusar G.S. Improving the applied orientation of the course in descriptive

geometry. Sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii «Innovatsionnyye tekhnologii obucheniya v tekhnicheskoy VUZe» = Collection of articles of the international scientific-methodological conference «Innovative teaching technologies in a technical university». Penza: PGUAS; 2009: 43-49. (In Russ.)

18. B1.B.1.10 Nachertatel'naya geometriya i inzhenernaya grafika = B1.B.1.10 Descriptive geometry and engineering graphics [Internet]. Penza: PGUAS. Available from: <http://do.pguas.ru/course/view.php?id=1437>. (In Russ.)

19. GOST 2.301-68 Yedinaya konstruktorskaya dokumentatsiya. Formaty = GOST 2.301-68 Unified design documentation. Formats. Moscow: Standartinform, 2007. 6 p. (In Russ.)

20. GOST 2.303-68 Yedinaya konstruktorskaya dokumentatsiya. Linii = GOST 2.303-68 Unified design documentation. Moscow: Standartinform, 2007. 8 p. (In Russ.)

21. GOST 2.304-68 Yedinaya konstruktorskaya dokumentatsiya. Shriftы chertezhnyye = GOST 2.304-68 Unified design documentation. Drawing fonts. Moscow: Standartinform, 2007. 30 p. (In Russ.)

22. GOST 2.307-2011 Yedinaya konstruktorskaya dokumentatsiya. Naneseniye razmerov i predel'nykh otkloneniy (s popravkami) = GOST 2.307-2011 Unified design documentation. Drawing sizes and maximum deviations (as amended). Moscow: Standartinform, 2011. 32 p. (In Russ.)

Сведения об авторе

Леонид Григорьевич Поляков

Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, Пенза, Россия
Эл. почта: lgp51@mail.ru
Тел: +79273760933

Татьяна Дмитриевна Полякова

Пензенский государственный университет,
Пенза, Россия
Эл. почта: ptd29@mail.ru
Тел: +79273760933

Information about the authors

Leonid G. Polyakov

Penza State University of Architecture and
Construction, Penza, Russia
E-mail: lgp51@mail.ru
Tel: +79273760933

Tatyana D. Polyakova

Penza State University of Architecture and
Construction, Penza, Russia
E-mail: ptd29@mail.ru
Tel: +79273760933