

УДК 378

DOI: 10.12737/2308-4898-2023-11-1-23-34

**В.И. Вышнепольский**

Канд. пед. наук, доцент, зав. кафедрой,  
МИРЭА — Российский технологический университет,  
Россия, 119454, Москва, пр. Вернадского, д. 78

**А.А. Бойков**

Старший преподаватель,  
МИРЭА — Российский технологический университет,  
Россия, 119454, Москва, пр. Вернадского, д. 78

**К.Т. Егiazарян**

Ассистент,  
МИРЭА — Российский технологический университет,  
Россия, 119454, г. Москва, пр-т Вернадского, д. 78

**Н.С. Кадыкова**

Канд. техн. наук, доцент,  
МИРЭА — Российский технологический университет,  
Россия, 119571, Москва, пр-т Вернадского, д. 78

## Методическая система проведения занятий на кафедре «Инженерная графика» РТУ МИРЭА

**Аннотация.** Перечисляются общие требования к геометро-графической подготовке студентов технических вузов. Приводится структура инновационной методической системы проведения занятий. Перечисляются задачи, решаемые ее составными частями. Подробно рассматривается каждая из частей. Методика проведения занятий включает масштабируемый базовый геометро-графический курс, трехуровневую систему подготовки студентов, дополнительный сверпродвинутый уровень для студентов, которые занимаются по индивидуальным траекториям и принимают участие в олимпиадной, научно-практической или конкурсной деятельности, электронные ресурсы и мультимедийные методические материалы, которые позволяют поддержать учебный процесс для студентов, испытывающих трудности в обычном режиме, контрольные мероприятия обеспечивающие самостоятельность выполнения работ студентами. Возможность масштабирования базового геометро-графического курса, а также уровневая дифференциация практических заданий поясняются на примерах. Методика проведения практических занятий включает в себя деление задач на подзадачи и элементарные шаги, доступные для выполнения подавляющим большинством студентов. Отмечается, что эта методика успешно переносится в дистанционный режим. Профессиональными компонентами методической системы являются курсовые проекты, работы и факультативные курсы. Приводятся примеры. Приводятся две трактовки термина «практико-ориентированное обучение». Отмечается, что предлагаемая методическая система реализует практико-ориентированное обучение «в широком смысле». Перечисляются информационные ресурсы, которые обеспечивают информационное и методическое обеспечение геометро-графической подготовки. Дается их краткая характеристика. Дается общее описание программы повышения квалификации, разработанной на кафедре «Инженерная графика» РТУ МИРЭА, которая позволяет частично решить проблему отсутствия квалифицированных педагогов геометро-

тро-графических дисциплин в высшей школе. Делаются выводы о возможностях предлагаемой методической системы: она позволяет повысить мотивированность студентов к изучению геометро-графического курса, организовать самостоятельную работу студентов, обеспечить требуемые показатели успеваемости. Также отмечается, что предлагаемая методическая система позволяет сохранить важный педагогический компонент — наставничество.

**Ключевые слова:** геометро-графическая подготовка, геометро-графические дисциплины, высшее техническое образование, методическая система, проведение занятий, практико-ориентированное обучение.

**V.I. Vyshnepolsky**

Ph.D. in Pedagogy, Associate Professor, Head of Chair,  
MIREA — Russian Technological University,  
78, Vernadsky Av., Moscow, 119571, Russia

**A.A. Boykov**

Senior Lecturer,  
MIREA — Russian Technological University,  
78, Vernadsky Avenue, Moscow, 119454, Russia

**K.T. Egiazaryan**

Assistant,  
MIREA — Russian Technological University,  
78, Vernadsky Av., Moscow, 119571, Russia

**N.S. Kadykova**

Ph. D. of Engineering, Associate Professor,  
MIREA — Russian Technological University,  
78, Vernadsky Av., Moscow, 119571, Russia

## Methodological System for Conducting Classes at the Department of "Engineering Graphics" of the RTU MIREA

**Abstract.** The general requirements for geometric and graphic training of students of technical universities are listed. The structure of the innovative methodological system of holding lessons is given. The tasks solved by the components of the system are listed. Each part is considered in detail. The method of holding lessons includes a scalable basic geometric and graphic course, a three-level student training system, an additional super-advanced level for students who study on individual trajectories and take part in olympiad, scientific, practical or competitive activities, electronic resources and multimedia teaching materials that allow to support the educational process for students experiencing difficulties in the usual mode, control measures to ensure the independence of the work of students. The possibility of scaling the basic geometric-graphic course, as well as the level differentiation of practical tasks, are illustrated by examples. The methodology for holding practical lessons includes dividing tasks into subtasks and elementary steps that are available for the vast majority of students to complete. It is noted that this technique is successfully transferred to the remote mode. The professional components of the methodological system are course projects, coursework and elective courses. Examples are given. Two interpretations of the term "practice-oriented learning" are given. It is noted that the proposed methodological system implements practice-oriented learning "in the broadest sense". The information resources that provide informational and methodological support for geometric and graphical preparation are listed. Their brief description is given. A general description of the advanced training program developed at the Department of Engineering Graphics of the RTU MIREA is given, which allows to partially

solve the problem of the lack of qualified lecturers of geometric and graphic disciplines in higher education. Conclusions are drawn about the possibilities of the proposed methodological system: it allows to increase students' motivation to study the geometric-graphic course, to organize independent work of students, to provide the required performance indicators. It is also noted that the proposed

methodological system allows to save an important pedagogical component — mentoring.

**Keywords:** geometric and graphic training, geometric and graphic disciplines, higher technical education, methodological system, conducting classes, practice-oriented training.

### 1. Введение

В [1] были сформулированы базовые ограничения и общие требования к геометро-графической подготовке студентов технических вузов. Перечислим их.

1. Необходимо совместить в рамках базовой геометро-графической подготовки обучение по трем различным направлениям — математике (начертательная геометрия), информатике (компьютерная графика), инженерному делу (инженерная графика).
2. Необходимо предусмотреть разные методики изложения материала с учетом психофизиологических особенностей студентов.
3. Требуется специальные мероприятия для повышения мотивированности студентов ввиду слабой школьной подготовки и недостаточной самостоятельности студентов.
4. Требуется предметная ориентация процесса обучения с учетом особенностей различных направлений, профилей и специальностей подготовки.
5. Требуется обеспечить учебный процесс квалифицированными педагогами высшего образования.

Удовлетворение всем перечисленным требованиям невозможно обеспечить в рамках какой-либо одной методики, поэтому для решения поставленной задачи была предложена методическая система (рис. 1), охватывающая как общее ядро геометро-графической подготовки, так и профессионально-ориентированную составляющую.

Составные части методической системы решают следующие задачи:

- методика проведения занятий обеспечивает передачу и контроль усвоения знаний, умений и

навыков в рамках общего ядра геометро-графической подготовки, может быть адаптирован к курсам с большим или меньшим числом часов и зачетных единиц;

- курсовой проект для специальности «Геоинформатика», курсовые работы: «Умный дом» для радиотехнических специальностей, «Аппарат химической технологии» для химико-технологических специальностей и др.; факультативный курс по разработке конструкторской документации и созданию шагающего робота-собаки обеспечивают профессионально-ориентированную составляющую геометро-графической подготовки, могут служить основой для разработки других профессионально-ориентированных работ по согласованию с выпускающими кафедрами вуза;
  - дополненная реальность и информационные ресурсы в сети Интернет (образовательный портал, сайт олимпиад и др.) выполняют разнообразные функции методического и информационного обеспечения студентов в рамках учебного процесса и вне его;
  - программа повышения квалификации для преподавателей — инструмент, который позволяет обучить педагогов графических кафедр в соответствии с разработанной методикой.
- Рассмотрим их подробнее.

### 2. Методика проведения занятий

Разработанная методика включает:

- масштабируемый базовый геометро-графический курс, состоящий из практико-ориентированных



Рис. 1. Иновационная методическая система проведения занятий

аудиторных и домашних заданий; это позволяет адаптировать его к разному количеству часов и зачетных единиц и положительно сказывается на мотивированности студентов к освоению курса;

- трехуровневая система подготовки студентов на оценки «удовлетворительно» (начальный уровень), «хорошо» (базовый уровень) и «отлично» (продвинутый уровень), причем дифференциация осуществляется как по количеству, так и по глубине проработки заданий студентами; это позволяет обеспечить требуемые показатели успеваемости, положительно сказывается на мотивированности и организации самостоятельной работы студентов;
- дополнительный сверхпродвинутый уровень для студентов, проявляющих особый интерес к геометро-графическим дисциплинам и реализующим себя в олимпиадной, конкурсной и научно-практической деятельности;
- методические материалы по заданиям курса, которые используются студентами для подготовки к практическим занятиям, самостоятельного выполнения заданий на практических занятиях, а также разбора материалов практических занятий в комфортном режиме;
- контроль выполнения заданий на каждом практическом занятии; это обеспечивает самостоятельность выполнения аудиторных заданий, помогает организовать самостоятельную работу студентов.

Возможность масштабирования базового геометро-графического курса покажем на следующем примере (табл. 1). Из таблицы видно, что все практические задания составлены таким образом, чтобы тренировать не один, а несколько базовых навыков. Каждое задание представляет собой практическую задачу выполнения чертежа или 3D-модели конкретного предмета, имеющего заданные форму и размеры. Сокращенный курс (32 аудиторных часа) содержит все требуемые разделы курса, но степень их закрепления ниже, чем в расширенном курсе (64 аудиторных часа), в котором увеличен объем работы по эскизированию и более подробно рассматриваются вопросы работы со сборочными чертежами, базовые навыки закрепляются большим числом работ.

Рассмотрим уровневую дифференциацию практических заданий. Дифференциация производится в двух направлениях: по числу обязательных работ и по глубине их проработки. В табл. 2 показано распределение практических работ в рамках базового курса по уровням (знак «—» показывает необязательность работы, цифрами указано число обязательных частей работы).

Так, начальный уровень требует обязательного выполнения только аудиторных работ. Этот уровень предназначен для студентов, считающих начальный уровень достаточным и ставящих целью просто «сдать предмет», а также студентов, для которых выполнение любого задания в рамках геометро-графического курса вызывает исключительные сложности и ритм выполнения работ ниже остальных.

Первая работа, к примеру, не включена в обязательный набор начального уровня, поскольку ее доработка (правильное выполнение всех линий, размеров и обозначений) требует значительно больше усилий, чем просто ознакомление с инструментами программы «Компас-3D» на первом практическом занятии.

Таблица 1

**Сравнение состава практических работ в базовом (32 аудиторных часа) и расширенном (64 аудиторных часа) курсах**

№ п/п	Задание	Темы базового геометро-графического курса	Объем курса	
			32 а.ч.	64 а.ч.
1	Чертеж плоского контура	Знакомство с инструментами программы «Компас-3D», форматами, масштабами, типами линий, размерами	+	+
2	Чертеж призмы	Построение и расположение основных видов на чертеже. Проецирование точки, прямой, плоскости, многогранника. Построение третьего вида по двум заданным. Решение позиционных задач и тренировка навыков чтения чертежа. Построение аксонометрических проекций	+	+
3	Эскиз плоской детали	Приемы конструктивного образования формы предметов. Анализ формы и снятие натуральных размеров предмета.	—	+
4	Чертеж и модель плоской детали	Построение и расположение видов на чертеже. Проецирование многогранников, тел вращения. Решение позиционных задач и тренировка навыков чтения чертежа. Приемы эскизирования. Приемы создания трехмерных моделей и ассоциативных чертежей. Нанесение размеров	+	+
5	Домашнее задание: проекционное черчение	Построение и расположение видов на чертеже. Соединение вида и разреза. Проецирование многогранников, тел вра-	+	+

Окончание табл. 1

№ n/n	Задание	Темы базового геометро-графического курса	Объем курса	
			32 а.ч.	64 а.ч.
		шения. Решение позиционных задач и тренировка навыков чтения чертежа. Нанесение размеров		
6	Эскиз гайки накидной	Анализ формы и снятие натуральных размеров предмета. Изображение резьбы. Соединение вида и разреза. Нанесение размеров и обозначение резьбы на чертеже. Приемы создания трехмерных моделей и ассоциативных чертежей. Нанесение размеров	–	+
7	Чертеж и модель гайки накидной	Анализ формы и снятие натуральных размеров предмета. Изображение резьбы. Соединение вида и разреза. Нанесение размеров и обозначение резьбы на чертеже. Приемы создания трехмерных моделей и ассоциативных чертежей. Нанесение размеров	+	+
8	Эскиз крышки	Анализ формы и снятие натуральных размеров предмета. Изображение резьбы. Соединение вида и разреза. Дополнительные виды, сечения, выносные элементы. Нанесение размеров и обозначение резьбы на чертеже. Приемы создания трехмерных моделей и ассоциативных чертежей. Нанесение размеров	–	+
9	Чертеж и модель крышки	Анализ формы и снятие натуральных размеров предмета. Изображение резьбы. Соединение вида и разреза. Дополнительные виды, сечения, выносные элементы. Нанесение размеров и обозначение резьбы на чертеже. Приемы создания трехмерных моделей и ассоциативных чертежей. Нанесение размеров	–	+
10	Чертеж и модель шпинделя	Анализ формы и снятие натуральных размеров предмета. Изображение резьбы. Соединение вида и разреза. Дополнительные виды, сечения, выносные элементы. Нанесение размеров и обозначение резьбы на чертеже. Приемы создания трехмерных моделей и ассоциативных чертежей. Нанесение размеров	–	+
11	Спецификация и сборочный чертеж вентильной головки	Работа со спецификацией. Работа со сборочным чертежом	–	+
12	Домашнее задание: эпюры	Построение проекций плоских кривых, сечения, пересечение поверхностей. Тренировка навыков чтения чертежа	+	+
13	Деталирование	Работа со спецификацией. Работа со сборочным чертежом. Тренировка навыков чтения чертежа. Изображение резьбы. Соединение вида и разреза. Дополнительные виды, сечения, выносные элементы. Нанесение размеров и обозначение резьбы на чертеже. Приемы создания трехмерных моделей и ассоциативных чертежей. Нанесение размеров	+	+

Таблица 2

**Состав обязательных практических работ в базовом курсе для разных итоговых оценок**

№ n/n	Задание	Уровень		
		«3»	«4»	«5»
1	Чертеж плоского контура	–	1	1
2	Чертеж призмы	1	2	3

Окончание табл. 2

3	Чертеж и модель сплошной детали	2	3	3
4	Домашнее задание: проекционное черчение	–	1	2
5	Чертеж и модель гайки накидной	1	1	2
6	Домашнее задание: эпюры	–	1	2
7	Деталирование	2	3	4

Базовый уровень включает как аудиторные, так и домашние работы. Он предназначен для студентов, нацеленных на получение хорошей оценки, но не проявляющих особенного интереса к предмету.

Продвинутый уровень включает дополнительно задания повышенной сложности.

В рамках предлагаемой учебно-методической системы предполагается еще сверхпродвинутый уровень геометро-графической подготовки, который достигается с использованием индивидуальных образовательных траекторий. Студенты, проходящие обучение по индивидуальным траекториям, принимают активное участие в олимпиадной, проектной или научной деятельности (см. подробнее [2]).

Рассмотрим уровневое деление работ геометро-графического курса по глубине проработки.

На рис. 2–5 показан пример работы «Чертеж призмы». На начальном уровне требуется построить третью проекцию по двум данным (рис. 2) и найти проекции заданных преподавателем точек на гранях призмы (рис. 3). На базовом уровне требуется дополнительно построить проекции указанной преподавателем линии на гранях призмы (рис. 4). На продвинутом уровне дополнительно требуется построить аксонометрическую проекцию призмы (рис. 5).

На рис. 6–9 показаны примеры задания и работ «Деталирование». Задание состоит в выполнении чертежей отдельных деталей, составляющих изделие, представленное на сборочном чертеже (рис. 6). Чертежи могут выполняться вручную или автоматически по созданным предварительно 3D-моделям. Детали начального уровня требуют построения одного изображения (рис. 7), базового уровня — одного или двух изображений (рис. 8), продвинутого — двух и более изображений (рис. 9). Приступая к выполнению задания «Деталирование», все студенты получают деталь начального уровня. Те из них, кто успешно справляется с деталью, получает новую деталь более высокого уровня сложности и т.д.

Таким образом, сложность заданий растет постепенно. Решая более сложные задачи и в большем количестве, студенты имеют возможность получить более высокую оценку. Та же уровневая дифференциация предусмотрена и в задании итоговой аттестации: успешное самостоятельное выполнение семестровых аудиторных и домашних работ позволяет

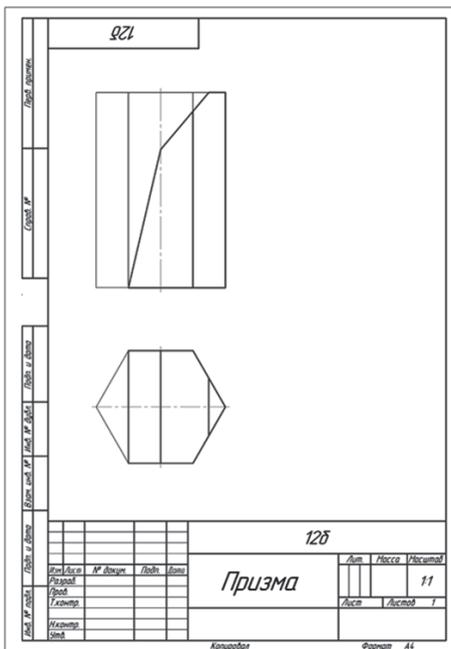


Рис. 2. Исходные данные к выполнению работы «Чертеж призмы»

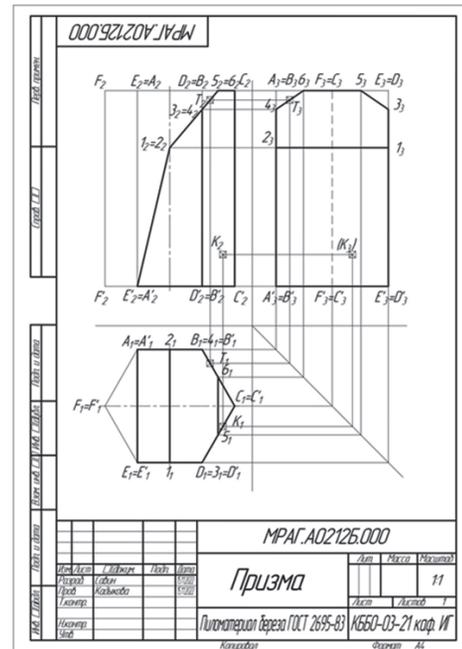


Рис. 3. Пример работы «Чертеж призмы» начального уровня

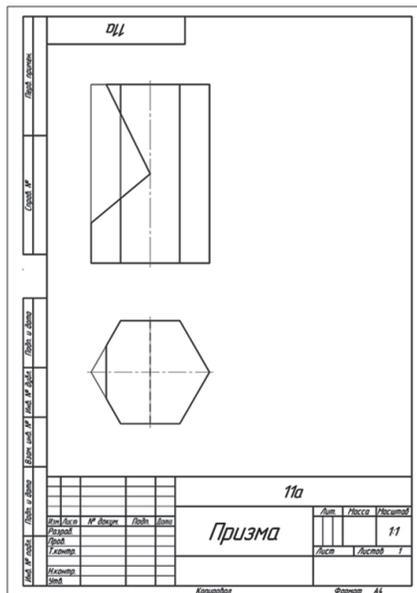


Рис. 4. Исходные данные и пример выполнения работы «Чертеж призмы» базового уровня

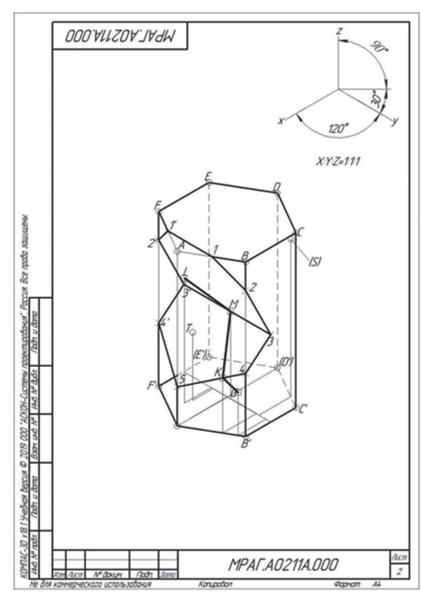
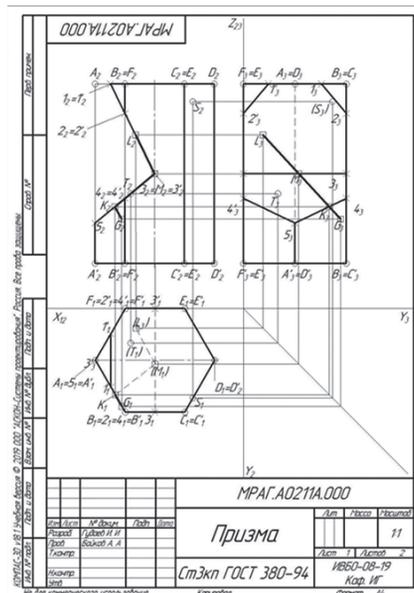


Рис. 5. Пример дополнительного задания продвинутого уровня

в полной мере подготовиться к итоговой задаче соответствующего уровня.

Проверка графических работ в семестре выполняется по строго определенному набору критериев (см. подробнее о критериях в [2]), который затем используется при проверке итоговой работы. Итоговую работу проверяет преподаватель, не работавший с данной группой в семестре, это обеспечивает объективную оценку работы и навыков, показанных студентами в ходе ее выполнения.

Выполнение практических работ в аудитории осуществляется по оригинальной методике. Рассмотрим на примере задания «Чертеж призмы».

Каждое практическое задание, в свою очередь, дробится на шаги. Так, построение недостающей проекции призмы требует выполнить следующее.

I. Построение недостающей проекции целой призмы (без выреза).

1. Обозначение вершин призмы в пространстве и их проекций на чертеже.



студентами. После чего переходит к следующему шагу. В конце занятия фиксируется результат работы каждого студента.

Та же методика без значительных изменений используется в дистанционном режиме. Демонстрация решения и все пояснения даются в режиме электронного доклада на компьютере преподавателя прямо в графической среде «Компас-3D». Проверка работ студентов осуществляется в режиме демонстрации графической среды «Компас-3D» на их компьютерах. Это обеспечивает самостоятельность выполнения и часто более комфортный режим изучения, поскольку во время объяснения экран компьютера преподавателя всем студентам виден одинаково хорошо, а во время проверки работ студенты анализируют не только свои, но и чужие ошибки.

Таким образом, начиная с первого практического занятия, первой практической работы, студенты учатся декомпозиции сложных задач на простые шаги — это составляет основу проектно-конструкторской деятельности, состоящей из этапов анализа (разделения на составляющие) исходных данных, требований и условий задачи и синтеза (объединения в целое) проектного решения.

Задания общей составляющей (ядра) геометро-графического курса в целом не имеют профессиональной ориентации, особенно в случае сокращенного курса. Тем не менее некоторые возможности при поддержке выпускающих кафедр к профессиональной ориентации заданий геометро-графического курса имеются. Так, исходными данными в задании «Деталирование» являются спецификация и сборочный чертеж изделия. На рис. 6 показан пример сборочного чертежа, подходящего для студентов-механиков, на рис. 10, а — для

студентов химиков-технологов, на рисунке 10, б — для студентов-радиотехников.

Контроль выполнения заданий на каждом занятии, возможность обратиться к методическим материалам на интернет-портале и в социальных сетях (см. п. 4) в сочетании с системой аудиторных и домашних работ обеспечивает самостоятельность их выполнения и мотивированность студентов к изучению предмета. Такой подход обеспечивает успеваемость на уровне 80–90% от списочного состава.

### 3. Профессиональные компоненты геометро-графического курса

Ядро геометро-графического курса, как уже отмечалось в [1], в условиях острой нехватки аудиторных часов обеспечивает лишь приобретение общих геометро-графических знаний, умений и навыков. Научиться применять их к решению профессиональной задачи под контролем преподавателя можно в рамках:

- выполнения курсового проекта или курсовой работы;
- факультативного курса.

Для направлений подготовки, специальностей и профилей, связанных с проектно-конструкторской, технологической деятельностью, можно рекомендовать разработку курсовых работ и проектов по согласованию с выпускающими кафедрами.

При этом в рамках курсовой работы предполагается проектирование, подготовка комплекта технической документации, создание электронной модели и т.п. В рамках курсового проекта разработанные модели используются для физического создания макета или действующего образца. В зависимости от

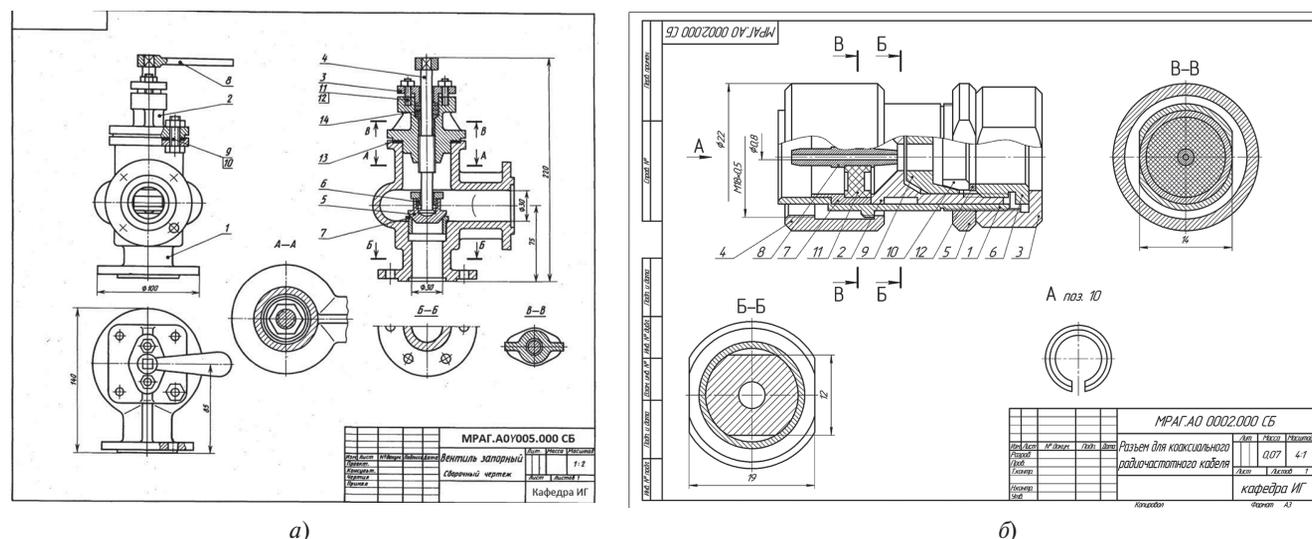


Рис. 10. Примеры сборочных чертежей для студентов различных направлений подготовки: а) для студентов химиков-технологов; б) для студентов-радиотехников

профиля подготовки и темы проекта, выполняется 3D-печать спроектированных деталей, постобработка, сборка, изготовление и установка печатных плат (рис. 11). Для направлений подготовки, чья деятельность связана с созданием электронных продуктов (информационных систем), вместо изготовления образца осуществляется сборка и публикация разработанной информационной системы.

Выполнение курсовой работы и проекта начинается приблизительно в середине и продолжается до конца семестра в виде еженедельных консультаций. В конце семестра осуществляется промежуточный контроль в виде защиты.

Факультативные курсы подходят для направлений подготовки и профилей, не связанных непосредственно с проектно-конструкторской и технологической деятельностью, но где углубленная геометро-графическая подготовка может быть полезна в дальнейшем для части выпускников.

Разработанные и внедренные в учебный процесс на кафедре «Инженерная графика» РТУ МИРЭА курсовые работы, проект и факультативный курс подробно рассматриваются в статье «Организация практико-ориентированного обучения на кафедре «Инженерная графика» РТУ МИРЭА».

Отметим, что термин «практико-ориентированное обучение» можно трактовать в широком и узком смыслах.

В узком смысле термин «практико-ориентированное обучение» применяется к компонентам учебных курсов, в которых студенты выполняют задания, связанные с профессиональной деятельностью, проектированием, созданием моделей и изготовлением прототипов реальных объектов (масштабных макетов, устройств и т.п.) [3; 5; 10].

В широком смысле «практико-ориентированное обучение» можно рассматривать как образовательную методику приобретения умений, навыков и компетенций практической деятельности, принятия решений, приложения знаний к решению конкретных, не обязательно профессиональных задач. Геометро-графический курс включает в себя изучение элементов математики, информатики и инженерного дела, поэтому практические задачи могут быть связаны в том числе с математикой (геометрией) или информатикой (компьютерной графикой). Методическая система проведения занятий на кафедре «Инженерная графика» РТУ МИРЭА в целом реализует «практико-ориентированное обучение» в широком смысле.

#### 4. Информационное и методическое обеспечение геометро-графической подготовки

Информационное и методическое обеспечение геометро-графической подготовки на кафедре

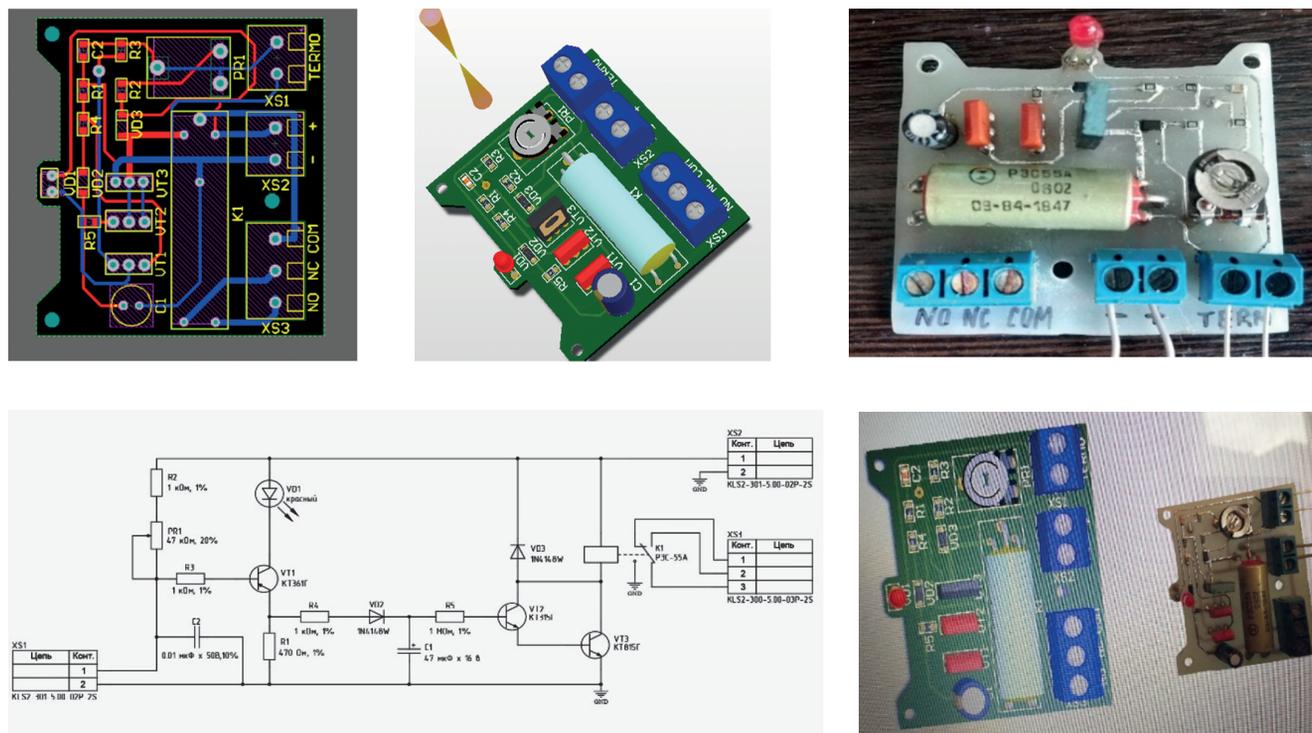


Рис. 11. Пример курсового проекта: «Тепловой датчик» — от схемы к 3D-модели и образцу

«Инженерная графика» РТУ МИРЭА осуществляется на всех уровнях подготовки:

- на начальном, базовом и продвинутом уровнях студентам предоставляются методические материалы к выполнению практических работ, в частности, индивидуальные варианты, справочники, макеты дополненной реальности, учебные фильмы, в которых в соответствии с практико-ориентированной методикой показываются примеры и порядок выполнения аудиторных и домашних работ базового геометро-графического курса. Учебные фильмы предлагаются преподавателями к просмотру для подготовки к аудиторным занятиям, для закрепления материала аудиторных занятий и исправления озвученных ошибок, а также для самостоятельного выполнения работ теми студентами, кто по каким-либо причинам отсутствовал на занятии. Применение мультимедийных и интерактивных информационных средств в образовательном процессе достаточно подробно освещено в [6; 9; 11; 12];
- на сверхпродвинутом уровне студентам предоставляются материалы для подготовки к внутривузовским, Московской городской и Всероссийской олимпиадам по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике, доступ к материалам прошедших научно-методических конференций, семинаров.

За информационное освещение и сопровождение отвечает ряд ресурсов, объединённых в единую систему.

1. «Инженерная графика — РТУ МИРЭА» — группа в социальной сети «ВКонтакте», официальная страница кафедры. Отвечает за новостное освещение деятельности кафедры, общение со студентами и взаимодействие с другими подразделениями университета и других вузов, а также используется для размещения методических, справочных и дополнительных материалов.
2. Геометриада.рф — официальный сайт учебно-научного кластера «ГЕОМЕТРИАДА», предоставляет информацию о конкурсах, олимпиадах, конференциях и других неучебных мероприятиях, которые проходят на кафедре «Инженерная графика» РТУ МИРЭА, содержит сборник заданий для дополнительной самостоятельной подготовки к олимпиадам, а также информацию о кафедре инженерной графики и её деятельности. На сайте представлены все задания Всероссийских студенческих и Московских городских олимпиад по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике за всю историю их проведения.
3. «ГЕОМЕТРИАДА» — группа в социальной сети «ВКонтакте», обеспечивает освещение и сопро-

вождение мероприятий, проводимых в рамках кластера, анонсы предстоящих событий и материалы прошедших мероприятий.

4. «ГЕОМЕТРИАДА» — канал на площадке видеохостинга *YouTube*, содержит видеоматериалы с мероприятий, доклады, материалы, дополняющие образовательный процесс.
5. «ГЕОМЕТРИАДА» — канал на площадке российского онлайн-сервиса для хостинга и просмотра видео на *RuTube*, содержит видеоматериалы с мероприятий, доклады, материалы, дополняющие образовательный процесс.
6. Образовательный онлайн-портал «Инженерка» — современная образовательная платформа, специализированная для преподавания инженерных и графических дисциплин. Портал расположен в сети Интернет по адресу: [www.oopi.ru](http://www.oopi.ru).

Портал наделен уникальным функционалом, что обусловлено требованиями к современным образовательным учреждениям, и включает в себя:

- журнал посещаемости с широкой отчетностью;
- возможность разбивки обучающихся по группам внутри курса;
- автоматическое формирование календаря занятий;
- автоматическую фиксацию посещений, выполнения домашних заданий, проставленных оценок;
- автоматический подсчет среднего балла по уроку, среднего балла по обучающемуся;
- выгрузку данных в различные форматы;
- разбивку обучающихся по потокам/группам/чатам и многое другое.

Таким образом, на образовательном онлайн-портале «Инженерка» реализуются уникальные пути организации учебного процесса, построенные на основе опыта преподавания графических дисциплин на кафедре инженерной графики РТУ МИРЭА.

## 5. Программа повышения квалификации для преподавателей

На основе последних цифровых достижений и почти 100-летнего опыта кафедры инженерной графики разработана программа повышения квалификации преподавателей. Как ранее отмечалось [1], проблемы педагогических кадров высшей школы значительно шире, чем только необходимость цифровизации образовательного процесса [7].

Программа включает в себя два раздела:

- «Совершенствование методики преподавания компьютерно-графических дисциплин»;
- «Организация и проведение олимпиад».

По результатам прохождения программы повышения квалификации выдается удостоверение государственного образца (рис. 12).



Рис. 12. Диплом о повышении квалификации по программе, базирующейся на методических системах, созданных на кафедре «Инженерная графика» РТУ МИРЭА

Программа повышения квалификации до некоторой степени позволяет решить проблему отсутствия квалифицированных педагогов геометро-графических дисциплин в высшей школе. Программа может использоваться как преподавателями сторонних вузов, так и сотрудниками РТУ МИРЭА. Планируется активное привлечение к повышению квалификации по разработанной программе преподавателей-руководителей команд Всероссийской олимпиады по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике, которая проводится ежегодно на кафедре инженерной графики РТУ МИРЭА.

### 6. Выводы

Для достижения поставленных образовательных целей на кафедре «Инженерная графика» РТУ МИРЭА применяется ряд инновационных методик и технологий:

- масштабируемый базовый геометро-графический курс, состоящий из практико-ориентированных (в широком смысле) аудиторных и домашних заданий, который подходит как для очной, так и для дистанционной формы обучения;
- методика решения задач, осваивая которую, студенты приобретают навык инженерного мышления, анализа проблемы и синтеза проектного решения;
- трехуровневая система подготовки студентов в рамках базового геометро-графического курса,

которая позволяет обеспечить высокие показатели успеваемости;

- сверхпродвинутый уровень для студентов, обучающихся по индивидуальным траекториям и реализующих себя в олимпиадной, конкурсной и научно-практической деятельности;
- это позволяет повысить мотивированность студентов к изучению геометро-графического курса, организовать самостоятельную работу студентов, осуществить геометро-графическую подготовку на начальном, базовом, продвинутом или сверхпродвинутом уровне, обеспечить требуемые показатели успеваемости;
- методическая система, которая включает как общее геометро-графическое ядро, так и профессионально-ориентированные компоненты в виде курсовых проектов, работ, факультативных курсов, позволяет сохранить важный положительный педагогический компонент — наставничество [8] и, по крайней мере, на продвинутом и сверхпродвинутом уровнях попытаться развить у студентов способность принимать решения, делать выбор в пользу наилучшего инструмента, применять знания на практике — важнейшие качества инженера [4].

Программа повышения квалификации для педагогов высшей школы позволяет до некоторой степени решить проблему нехватки квалифицированных педагогических кадров в области геометро-графической подготовки студентов вузов.

## Литература

1. *Абросимов С.Н.* Проектно-конструкторское обучение инженерной графике: вчера, сегодня, завтра [Текст] / С.Н. Абросимов, Д.Е. Тихонов-Бугров // Геометрия и графика. — 2015. — № 3. — С. 47–57. — DOI: 10.12737/14419.
2. *Верхотурова Е.В.* Решение учебных и прикладных инженерно-строительных задач методами компьютерной графики [Текст] / Е.В. Верхотурова // Геометрия и графика. — 2022.
3. *Игнатъев С.А.* Дополненная реальность в начертательной геометрии [Текст] / С.А. Игнатъев, З.О. Третьякова, М.В. Воронина // Геометрия и графика. — 2020. — Т. 8. — № 2. — С. 41–50. — DOI: 10.12737/2308-4898-2020-41-50.
4. *Игнатъев С.А.* Опыт разработки электронных средств обучения для преподавания геометро-графических дисциплин [Текст] / С.А. Игнатъев, О.Н. Мороз, З.О. Третьякова, А. И. Фоломкин // Геометрия и графика. — 2017. — Т. 5. — № 2. — С. 84–92. — DOI: 10.12737/article\_5953f362d92c46.58282826.
5. *Игнатъев С.А.* Повышение наглядности представления изучаемых в начертательной геометрии объектов [Текст] / С.А. Игнатъев, Э.Х. Муратбакеев, М.В. Воронина // Геометрия и графика. — 2022. — Т. 10. — № 1. — С. 44–53. — DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-1-44-53.
6. *Котиц Д.А.* Проблемы и решения при компьютеризации графических дисциплин в вузе [Текст] / Д.А. Котиц, А.М. Башкатов, Т.М. Юрочкина // Геометрия и графика. — 2014. — Т. 2. — № 4. — С. 22–27. — DOI: DOI: 10.12737/6528.
7. *Логиновский А.Н.* Формирование и развитие профессиональных навыков студентов в курсе начертательной геометрии [Текст] / А.Н. Логиновский, Л.И. Хмарова, Е.А. Усманова // Геометрия и графика. — 2015. — Т. 3. — № 2. — С. 46–51. — DOI: 10.12737/12168.
8. *Петухова А.В.* Инженерно-графическая подготовка студентов строительных специальностей с использованием современных программных комплексов [Текст] / А.В. Петухова // Геометрия и графика. — 2015. — Т. 3. — № 1. — С. 47–58. — DOI: 10.12737/10458.
9. *Столбова И.Д.* К вопросу о готовности преподавательских кадров к цифровому обучению [Текст] / И.Д. Столбова, К.Г. Носов, Л.С. Тарасова // Геометрия и графика. — 2022. — Т. 10. — № 1. — С. 24–35. — DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-1-24-35.
10. *Тен М.Г.* Формирование профессиональных компетенций студентов технических специальностей в процессе графической подготовки [Текст] / М. Г. Тен // Геометрия и графика. — 2015. — Т. 3. — № 1. — С. 59–63. — DOI: 10.12737/10459.
11. *Тихонов-Бугров Д.Е.* Дистанционная любовь или обучение графическим дисциплинам в условиях пандемии [Текст] / Д.Е. Тихонов-Бугров, С.Н. Абросимов // Геометрия и графика. — 2020. — Т. 8. — № 3. — С. 44–51. — DOI: 10.12737/2308-4898-2020-44-51.
12. *Томилин С.А.* Обеспечение производственной направленности процесса обучения инженерной графике практико-ориентированных бакалавров [Текст] / С.А. Томилин, Р.А. Ольховская, А.Г. Федотов // Концепт. — 2016. — № 3. — С. 86–90.

## References

1. Abrosimov S.N., Tihonov-Bugrov D.E. Proektno-konstruktorskoe obuchenie inzhenernoj grafike: vchera, segodnya, zavtra [Design engineering graphics: yesterday, today, tomorrow]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2016, V. 3, I. 3, pp. 47–57. DOI: 10.12737/14419. (in Russian)
2. Verkhoturova Ye.V. Resheniye uchebnykh i prikladnykh inzhenerno-stroitel'nykh zadach metodami komp'yuternoy grafika [Solving educational and applied engineering and construction problems by computer graphics methods]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2022. V. 10. I. 4, pp. 46–58. DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-4-46-58. (in Russian)
3. Ignat'ev S.A., Tret'yakova Z.O., Voronina M.V. Dopolnennaya real'nost' v nachertatel'noj geometrii [Augmented reality in descriptive geometry]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2020. V. 8. I. 2, pp. 41–50. DOI: 10.12737/2308-4898-2020-41-50. (in Russian)
4. Ignat'ev S.A., Tret'yakova Z.O., Folomkin A.I., Moroz O.N. Opyt razrabotki elektronnykh sredstv obucheniya dlya prepodavaniya geometro-graficheskikh disciplin [Experience of development of electronic learning tools for teaching geometry-graphic disciplines]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2017, V. 5. I. 2, pp. 84–92. DOI:10.12737/article\_5953f362d92c46.58282826. (in Russian)
5. Ignat'yev S.A., Muratbakeyev E.KH., Voronina M.V. Povysheniye naglyadnosti predstavleniya izuchayemykh v nachertatel'noy geometrii ob"yektov [Improving the visibility of the representation of objects studied in descriptive geometry]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics], 2022. V. 10. I. 1, pp. 44–53. DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-1-44-53. (in Russian)
6. Kotic D.A., Bashkatov A.M., Jurochkina T.M. Problemy i resheniya komp'yuterizacii graficheskikh disciplin v universitete [Problems and solutions of graphic disciplines computerization at the University]. *Geometriya i grafika* [Geometry and graphics]. 2014. V. 2. I. 4, pp. 22–27. DOI: 10.12737/6528. (in Russian)
7. Loginovskij A.N., Xmarova L.I., Usmanova E.A. Formirovanie i razvitie professional'ny'h navy'kov studentov v kurse nachertatel'noj geometrii [Formation and development of professional skills of students in the course of descriptive geometry]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2015. V. 3. I. 2, pp. 46–51. DOI: 10.12737/12168. (in Russian)
8. Petuhova A.V. Inzhenerno-graficheskaya podgotovka studentov stroitel'nykh spetsialnostey s ispolzovaniem sovremen-

- nyih programmnyih kompleksov [Engineering and graphic preparation of students of building specialties using modern software systems]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2015. V. 3. I. 1, pp. 47–58. DOI: 10.12737/10458. (in Russian)
9. Stolbova I. D., Nosov K. G., Tarasova L. S. K voprosu o gotovnosti преподаvatel'skikh kadrov k tsifrovomu obucheniyu [To the question of the readiness of teaching staff for digital learning]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2022. V. 10. I. 1, pp. 24–35. DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-1-24-35. (in Russian)
  10. Ten M.G. Formirovanie professional'nyh kompetencij studentov tehniceskikh special'nostej v processe graficheskoy podgotovki [Formation of professional competencies of students of technical specialties in the process of graphic training]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2015. V. 3. I. 1, pp. 59–63. DOI: 10.12737/10459. (in Russian)
  11. Tihonov-Bugrov D.E., Abrosimov S.N. Distantcionnaya lyubov' ili obucheniye graficheskimi distsiplinami v usloviyakh pandemii [Distance love or learning graphic disciplines in a pandemic]. *Geometriya i grafika* [Geometry and Graphics]. 2020. V. 8. I. 3, pp. 44–51. DOI: 10.12737/2308-4898-2020-44-51. (in Russian)
  12. Tomilin S.A., Ol'khovskaya R.A., Fedotov A.G. Obespecheniye proizvodstvennoy napravlenosti protsessa obucheniya inzhenernoy grafike praktiko-oriyentirovannykh bakalavrov [Ensuring the production orientation of the process of teaching engineering graphics for practice-oriented bachelors]. *Kontsept* [Concept]. 2016. V. 1, pp. 376–389. (in Russian)