

D.E. Tikhonov-Bugrov

GRAPHIC TRAINING OF ROCKET ENGINEERS IN VOENMEH: HISTORICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS

Dmitry Tikhonov-Bugrov – Head of the Department of Engineering and Machine Geometry and Graphics, D. Ustinov Baltic State Technical University (VOENMEKH), PhD in Engineering, associate professor, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, St. Petersburg; **e-mail:** tikhonovbugrov_de@voenmeh.ru.

The history of graphic training of rocket engineers in Baltic State Technical University "VOENMEH" and the current state of the discipline in question are considered. We analyze methodological aspects of graphic training of rocket engineers.

Keywords: *graphic training; engineering graphics; descriptive geometry; federal state standards.*

Д.Е. Тихонов-Бугров

ГРАФИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРОВ- РАКЕТЧИКОВ В ВОЕНМЕХЕ: ИСТОРИЧЕСКИЙ И МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТЫ

Дмитрий Евгеньевич Тихонов-Бугров – зав. кафедрой инженерной и машинной геометрии и графики, БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, кандидат технических наук, доцент, Заслуженный работник высшей школы РФ, г. Санкт-Петербург; **e-mail:** tikhonovbugrov_de@voenmeh.ru.

В статье рассмотрена история графической подготовки инженеров-ракетчиков в БГТУ «ВОЕНМЕХ» и современное состояние дисциплины. Проанализированы методические аспекты графической подготовки инженеров-ракетчиков.

Ключевые слова: *графическая подготовка; инженерная графика; начертательная геометрия; федеральные государственные стандарты.*

Как самостоятельное подразделение кафедра инженерной графики ВОЕНМЕХА была образована 15 мая 1934 г. В условиях острого дефицита кадров она состояла из четырёх ассистентов и одного доцента – заведующего. Этим доцентом был Давид Георгиевич Ананов, который посвятил всю свою жизнь научной и педагогической работе. С его именем связаны и родственные кафедры Института точной механики и оптики, Политехнического института.

Постепенно штат рос, появлялись специалисты с учёными степенями, создавалась фактически с нуля материальная база кафедры, появились учебники и

учебные пособия, среди которых следует выделить учебник и задачник по начертательной геометрии Д.Г. Ананова, курс технического черчения К.Б. Ерихимсона (1937 г., одобрен ВКВШ).

Дальнейшее развитие кафедры связано с династией Дешевых. Особенно важная роль принадлежит С.М. Дешевому, заведовавшему кафедрой в течение 27 лет. В послевоенные годы развитие материальной и методической базы кафедры шло при активном участии А.А. Кона, М.А. Герба, А.И. Викселя, Г.Д. Ананова. Научную работу вели: И.Н. Гришель, Б.Л. Пошехонов, А.А. Кон, Е.М. Балдина. Было налажено сотрудничество с промышлен-

ными предприятиями в части оптимизации процессов раскроя материалов, проектирования развёрток.

Однако значительное количество ведущих специалистов в 1955–1965 гг. появились на кафедре в солидном возрасте, исчерпав свой потенциал на предыдущих местах работы. Учебный процесс на 1970 г. представлял собой добротный «классический» вариант, суть которого состояла в следующем: в течение 3 или 4 семестров студенты изучали классический курс начертательной геометрии, которая, в первую очередь, рассматривалась как грамматика языка техники. Студенты получали обширную практику построения ортогональных изображений изделий, аксонометрических изображений, а начертательная геометрия выступала в роли теории построения изображений.

К сожалению, конструкторский опыт И.Н. Гришеля, М.И. Шевелюка, разработки в области геометрической оптики Б.Л. Пошехонова не нашли своего отражения в учебном процессе. Материальная база была ограничена искусственными моделями довольно абстрактных изделий и гидроарматурой. Не создавалась элементная база, связанная с номенклатурой специальностей. Считалось, что задача кафедры – формирование у будущих инженеров прочной базы создания и чтения чертежа, хороших знаний стандартов ЕСКД. Такова была и политика руководителей предметной методической комиссии.

В преддверии 1970-х гг. руководителем министерского методического совета по графике стал профессор МВТУ С.А. Фролов, внёсший изменения в подход к преподаванию начертательной геометрии. Основные постулаты его концепции заключались в следующем:

- преподавание начертательной геометрии должно строиться с учётом изменений в программе по геометрии средней школы;
- при формулировании понятий и определений следует исходить из современных геометрических представлений;
- для записи алгоритмов следует использовать геометрический язык, принятый в современной средней и высшей

школах;

- материал следует излагать от общего к частному;
- вводится раздел, посвящённый машинным алгоритмам решения геометрических задач.

При этом, руководимый Фроловым методический совет, не отошёл от формулы Курдюмова в отношении начертательной геометрии и придерживался весьма консервативных взглядов на преподавание инженерной графики. Так, он утверждал, что при изучении стандарта на нанесение размерной информации не следует говорить о технологии. Не проводилась аналогия между преобразованием чертежа и изображениями ГОСТ 2.305.

С 1971 г. руководство вуза взяло курс на омоложение преподавательского состава и, что очень важно, введение в учебный процесс элементов конструирования на базе, соответствующей профилям подготовки и, в первую очередь, проектирование и производство ракет и ракетных двигателей. На кафедру пришли молодые люди, у которых за спиной был опыт работы и на производстве, и в исследовательских лабораториях.

Большую роль в развитии указанного направления сыграл Ю.В. Нестеренко, руководивший кафедрой с 1976 по 1982 гг. В этот период на кафедре началось внедрение в учебный процесс машинной графики (термин «компьютерная графика» появился немного позже и объединял все направления, включая анимацию и графический дизайн) как средства автоматизации процесса создания чертежа. С развитием программного обеспечения и техники развивался и учебный процесс, а с момента развития компании «АСКОН» (при участии выпускников ВОЕНМЕХА) кафедра использует в учебном процессе ППП «КОМПАС» и способствует популяризации данной отечественной разработки. Важно отметить и факт налаживания в этот период хороших рабочих контактов с кафедрами А1 и А4.

В славном 1999 г. возник Болонский процесс. В докладе на 7 съезде Российского союза ректоров В.А. Садовничий отметил, что нехватка трудоспособного насе-

ления (а через 25 лет эта цифра может составить не менее 160 млн чел.) явилась триггером процесса обеспечения крупномасштабной студенческой мобильности.

Что дало подписание Болонского соглашения России, находящейся в кризисе девяностых? Возможность ощущать себя присутствующей в образовательном пространстве Евросоюза? Радоваться фактам признания наших дипломов? Надеяться на улучшение качества образования, построенного на некой компетентностной модели?

На самом деле – ломка отечественной системы высшего образования, дальнейшая бюрократизация (чего стоят многостраничные программы обучения, рождаемые в несметном количестве), постепенное уничтожение понятий «инженер», «специалист» и соответствующей отработанной системы подготовки.

Смысл компетентностного подхода к образованию [5; 10] противоречит отечественным традициям. До сих пор сначала определялось научное содержание образовательной программы, а затем знания, умения и навыки, которые нужно формировать на базе данного содержания. А компетентностный подход определяет движение в противоположном направлении – от результатов к содержанию. Есть опасение, что в данном случае обучение может превратиться в тренинг.

Передовые высокотехнологичные отрасли промышленности сразу поняли, что бакалавр – не инженер, а магистрант – не аспирант, однако получили недоученных людей с приставкой «инженерный бакалавриат» и сомнительных теоретиков. Естественно, что возникла необходимость организации доучивания на местах, что нашло отражение в профессиональных стандартах.

В работе [13] изучались особенности профессионального стандарта «Специалист по проектированию и конструированию космических аппаратов и систем», созданный при участии АО «ИСС». В данном стандарте имеются два варианта названий соответствующей должности: инженер-конструктор; специалист по проектированию и конструированию косми-

ческих аппаратов и систем. Это явно инженерные должности. А где же место бакалавру?

Нюанс заключается в том, что далее указывается, что при бакалавриате требуется повышение квалификации. Об этом мы говорили выше. Далее делается ремарка, что если подготовка велась по направлению 160400.62 (Ракетные комплексы и космонавтика), то требуется опыт работы по специальности не менее трёх лет, т.е. доведение уровня подготовки до специалиста.

Такой опыт не требуется в случае, если имеет место специалитет 160400.62. «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов». Также не требуется опыт для 160400.62 магистратура.

Важно, что в перечне должностей предусмотрена и такая: «техник-проектировщик». Вот это и есть фактически должность, которую должен занимать бакалавр без опыта работы. Имеет место корректировка в соответствии с приказом Минобрнауки, заключающаяся в добавлении абзаца: «По окончании обучения выпускнику, успешно прошедшему итоговую государственную аттестацию, наряду с квалификацией (степенью) "бакалавр" или "магистр", присваивается звание "бакалавр-инженер" или "магистр-инженер"». Вероятно, этим объясняется появление в профессиональных стандартах для бакалавров науки и техники возможного названия должности «инженер». Однако сути это обстоятельство никак не меняет.

Как Болонский переход отразился на графической подготовке? Сокращением, аудиторной нагрузкой и количества семестров (теперь их – максимум 3 для ограниченного количества направлений подготовки, а в основном – 2), исключением начертательной геометрии из программ подготовки (в явном виде), появлением дисциплины со странным названием «Инженерная и компьютерная графика».

Здесь с очевидностью просматривается смысловая нестыковка. Если понимать компьютерную графику во всём спектре её функций, то не совсем понятно, какое отношение, например, анимация или гра-

фический дизайн имеют к созданию модели или чертежа изделия машиностроения. В то же время не сделан акцент на тот факт, что здесь важна компьютерная графика именно как инструмент конструктора.

Вузы, имеющие статусы национальных исследовательских, благо разумно назвали дисциплину «Инженерная геометрия и графика», что сделало данную дисциплину обязательной для всех технических направлений и обеспечило место в учебном процессе начертательной геометрии как науке, а компьютерной графике как инструменту.

Титанические усилия Роскосмоса, Росатома, Академии наук, предприятий оборонного комплекса, профессионального сообщества кафедр графики ведущих вузов страны (соответствующие петиции от имени 40 ведущих вузов страны, в том числе и ВОЕНМЕХА были отправлены в правительство и Госдуму) позволили притормозить процесс уничтожения специалитета.

В ответном письме на петицию 40 ведущих вузов России, министерство промышленности и торговли отметило факт интенсивной работы по согласованию профессиональных и образовательных стандартов, отслеживания трендов имеющих место на современном рынке кадров. Министр Д.В. Мантуров, выступая с докладом в Волгоградском государственном техническом университете (10 сентября 2014 г.), изложил своё видение современных требований к инженерным кадрам, которые получили название «10 трендов Д.В. Мантурова» [1]. Для специалистов в области графической подготовки, на наш взгляд, наибольший интерес представляют следующие три:

- инженеры становятся специалистами-универсалами;
- возникает необходимость географического распределения и процесса проектирования, а не только производства;
- инженерам возвращаются функции управленцев.

Первый тренд укрепляет уверенность в правильности фундаментальной направленности традиционного отечественного

образования. А как же быть тогда с пресловутым компетентным подходом, при котором рынок далеко не всегда заказывает универсалов? Очевидно, что при осуществлении графической подготовки важно грамотное сочетание всех составляющих учебного процесса. Всероссийские олимпиады по графическим дисциплинам убедительно показали, что вузы, поддавшиеся тенденции сворачивания объёма подготовки в области начертательной геометрии, просели по качеству подготовки и по другим разделам. Это – не что иное, как следствие нарушения системного подхода к обучению [7]. Без лишней скромности следует сказать, что ВОЕНМЕХУ удаётся сохранить эту системность, благодаря позиции ректората.

Что касается второго тренда, то для передовых отраслей отечественной промышленности данное явление не является новостью. Именно по этой причине мы уделяем большое внимание в учебном процессе стандартизации и унификации, работе студентов со справочной литературой, поиску информации в Интернете, объясняем смысл мероприятий по унификации продукции и конструктивных элементов изделий.

Крупные отечественные инженеры всегда были хорошими управленцами. Этот факт подтверждают многочисленные выдающиеся выпускники ВОЕНМЕХА. В учебном процессе на кафедре графики закладывается умение работать в команде. Осуществляется это через проектное обучение.

Как известно, новое – хорошо забытое старое. Резкое возрастание интереса в начале века к проектному и проблемному обучению (теория и практика которого появилась в первой трети прошлого века) не явилось для нас откровением. Не стало новизной с точки зрения организации и методики обучения графическим дисциплинам в ВОЕНМЕХЕ, т.к. проектный подход к обучению является основой с 70-х гг. прошлого века [7]. Инструментарий, конечно, меняется и даёт широчайшие возможности работы над моделью.

Эффективность учебного процесса определяется в значительной мере лично-

стью преподавателя, методическим обеспечением и уровнем базовой подготовки школьников. Интересный факт: задания с элементами конструирования двадцать лет назад не представляли большой трудности для 80% обучаемых, а в настоящее время таковых не более 30%. Причину мы видим в излишней «гаджетизации» жизни студента. Лёгкая добыча огромного количества противоречивой информации не способствует развитию аналитического подхода к её осмыслению.

В 1987 г. на кафедре выпущены методические указания к работе с элементами конструирования и исследований, позволяющие объединить графику с введением в специальность, материаловедением, основами технологии производства [12]. По конструктивной схеме и описанию сравнительного простого изделия студент под руководством преподавателя (роль заказчика), разрабатывал чертёж общего вида и рабочие чертежи деталей. В завершение проводилась публичная защита проекта.

В 1990 г. в учебный процесс введена УИРС [14]. В форме деловой игры учебная группа превращалась в КБ в миниатюре. Преподаватель распределял условные должности участников, имел возможности повышать и понижать в должности на основании результатов работы в конструкторской группе.

Не была забыта и начертательная геометрия. Выпущен трёхтомный учебник «Начертательная геометрия: шаг за шагом». В противовес утверждениям о рецептурности данного курса, были введены элементы ТРИЗ (в авторской редакции), что подкреплено соответствующим оригинальным учебным пособием [9].

Современный подход к преподаванию начертательной геометрии предполагает акценты на преобразование проекций, образование поверхностей, связь с аналитической геометрией.

Элементы проектного обучения внедряются в различные разделы учебного процесса [2]. Первое знакомство со сборочным чертежом требует решения уже более комплексных задач. Таких, например, как подбор крепежа, стопорения, расчёта резьбовых и гладких отверстий.

Весьма творческий характер имеет задание на замену варианта изготовления детали, полученной литём, на сварной вариант. Здесь требуется и анализ составных частей, и выбор сортамента, и припуск на обработку.

При обучении чтению чертежа кафедра частично отказалась от стандартных альбомов чертежей общего вида, создав альбом, основанный на элементной базе летательных аппаратов. В настоящее время в курсе «Инженерная и компьютерная графика» используются задания с условными названиями: доконструирование и переконструирование [15].

Доконструирование включает в себя: анализ реальной сборки с отсутствующей деталью; создание её эскиза, модели, чертежа. Переконструирование включает в себя анализ недостатков конструкции поиск решений для их ликвидации, разработки необходимой документации.

Большое внимание в учебном процессе уделяется обучению нанесению размерной информации [3]. ГОСТ 2.307–68 содержат общие требования к размерной категории без указания путей реализации этих требований. Поэтому по-прежнему остается актуальной и соответствующая методическая задача, постоянно привлекающая внимание специалистов и преподавателей в области инженерной графики. Как справедливо отмечается в [4], методика формирования размерной категории опирается, в первую очередь, на геометрические аспекты, хотя ее в очень значительной степени определяет и технология. Об этом в учебном процессе постоянно говорится.

Акцентирование при обучении нанесению размерной информации исключительно на стандарт 2.307 приводит, как показывает опыт, к обесцениванию проектного подхода к учебному процессу. Дискуссии по этому поводу кафедра вела ещё с С.А. Фроловым. Мы считаем, что обучение студентов первого курса нанесению размерной информации следует осуществлять с двух позиций: геометрическая параметризация как основа определения потребного количества размеров и технологический ликбез с освоением

понятий «база» и «базирование». Не зря специалисты в области геометрии считают ГОСТ 21495-76 (базирование и базы) самым геометрическим ГОСТом ЕСКД.

В ситуации, когда изучение графики опережает изучение других дисциплин конструкторско-технологического цикла, с учётом конструктивистской направленности учебного процесса на кафедре «Инженерная и машинная геометрия и графика» БГТУ ВОЕНМЕХ раздел «Размерная информация на чертежах» преподаётся в следующей последовательности и со следующими технологическими особенностями:

- Знакомство с содержанием ГОСТа 2.307. При этом выполняются в рабочей тетради весьма простые задания не связанные с функциональными требованиями к изделиям.

- Занятия на изучение размеров формы и положения на базе параметризации. При этом определяется необходимое количество параметров, дающих возможность описать данный элементарный геометрический объект.

- Анализ и подсчёт параметров формы составного геометрического объекта через параметры элементарных геометрических объектов.

- Изучение понятий баз и базирования. Глубина проработки вопроса определяется уровнем подготовки контингента и его опытом. Рассматриваются базы, отличающиеся по назначению и по лишаемым степеням свободы. Упор делается на технологическое базирование с применением простейших технологических операций точения и фрезерования.

- Подсчёт параметров положения составляющих изделие геометрических примитивов.

- Вывод о потребном количестве размеров на чертеже детали.

- Реализация нанесения размерной информации параллельно с созданием технологической карты (упрощённой), сравнение результатов с полученными расчётами параметров.

При освоении студентами основ геометрического моделирования в рамках геометро-графической подготовки, наряду

с изучением приёмов разработки геометрии модели (в нашем случае – работа с пакетом «Компас»), актуальным является назначение атрибутов модели, одним из основных требований к которым относится необходимость и достаточность размеров для построения

Огромный ущерб подготовки инженеров нанесла пандемия. Учебный процесс превратился в некий гибрид чистой «дистанционки» с тем процессом обучения, который принято называть «перевернутый класс». И то, и другое, особенно применительно к обучению студентов младших курсов, не является эффективным. В работах [6; 8; 15] исследовались особенности учебного процесса и оценивалась степень ущерба, нанесённого пандемией. Главный вывод – потеря длительного личного контакта преподавателя со студентом, свойственного отечественной высшей школе, существенно снижает качество подготовки специалистов.

Подводя некий промежуточный итог, можно сказать, что подготовка инженеров-ракетчиков в ВОЕНМЕХЕ осуществляется на современном уровне. Учебно-методический комплекс содержит большое количество модулей, которые, к сожалению, не всегда удаётся реализовать по объективным причинам, главная из которых – сокращение аудиторной нагрузки, обеспечивающей личностный контакт преподавателя со студентом.

В профессиональной среде, высоко оценивая графическую подготовку в БГТУ ВОЕНМЕХ, отмечают, что кафедра является оплотом советской школы подготовки инженеров. Исходя из результатов, которые воспитанники кафедры показывают на региональных и всероссийских олимпиадах, мы имеем право утверждать, что это комплимент и мы на правильном пути.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абросимов С.Н., Тихонов-Бугров Д.Е.* Графическая подготовка в вузах в свете трендов Д.В. Мантурова // Современное образование: содержание, технологии, качество: труды международной научно-методической конференции. СПб.,

2017. Т.2.

2. *Абросимов С.Н., Тихонов-Бугров Д.Е.* Проектно-конструкторское обучение инженерной графике: вчера, сегодня, завтра // *Геометрия и графика*. 2015. Т. 3. № 3.

3. *Горнов О.А., Губарев А.Ю., Захарова Л.В.* Основания для алгоритмизации простановки размеров на чертежах // *Информационные средства и технологии: труды 18 Международной научно-технической конференции*. М.: Изд. дом МЭИ, 2008. Т. 2.

4. *Губарев А.Ю.* Условная классификация размеров на чертеже деталей // *Информационные средства и технологии: доклады Международной конференции*. Т. 1. М.: МФИ, 2002.

5. *Донских О.А.* Дело о компетентном подходе // *Высшее образование в России*. 2013. № 5.

6. *Донских О.А., Логунова Л.Ю.* Учитель и ученик: счастье человеческого общения // *Высшее образование в России*. 2019. Т. 28. № 4.

7. *Дюмин В.А., Тихонов-Бугров Д.Е.* Хорошо забытое старое или проектно-конструкторское обучение инженерной графике // *Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации: материалы V Международ. науч.-практ. Интернет-конференции*. Пермь, 2015.

8. *Колесникова И.А.* Постпедагогический синдром эпохи цифромодернизма // *Высшее образование в России*. 2019. Т.

28. № 8-9. С. 67–82.

9. *Ракитская М.В., Тихонов-Бугров Д.Е.* Конструктивные задачи в проекционном моделировании. СПб.: БГТУ, 2001.

10. *Сенашенко В.С., Медникова Т.Б.* Компетентный подход в высшем образовании: миф и реальность // *Высшее образование в России*. 2014. № 5.

11. *Тихонов-Бугров Д.Е., Абросимов С.Н.* Дистанционная любовь или обучение графическим дисциплинам в условиях пандемии // *Геометрия и графика*. 2020. Т. 8. № 3.

12. *Тихонов-Бугров Д.Е.* Методические указания к выполнению работы по машиностроительному черчению с элементами конструирования и исследований. Л.: ЛМИ, 1987.

13. *Тихонов-Бугров Д.Е.* О некоторых проблемах графической подготовки в техническом вузе // *Проблемы качества графической подготовки студентов в техническом вузе: традиции и инновации*. 2014. Т. 1.

14. *Тихонов-Бугров Д.Е.* Разработка конструкторской документации в условиях, моделирующих производственные ситуации. Л.: ЛМИ, 1990.

15. *Тихонов-Бугров Д.Е., Абросимов С.Н., Дюмин В.А.* Базовые принципы преподавания инженерной и компьютерной графики будущим инженерам // *Труды 28 Международ. конф. по компьютерной графике и машинному зрению ГРАФИ-КОН-2018*. СПб., 2018.