

УДК 378.147

**Бородина Л.Н.,
Рыченкова А.Ю.,
Клименко Е.С.**

МОДЕРНИЗАЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ И ДИДАКТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В МОРСКОМ ВУЗЕ С ПОЗИЦИЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Ключевые слова: геометро-графическая подготовка, геометрическое моделирование, модульный принцип обучения, геометрическая модель, дисциплинарная интеграция.

На фоне общего кризисного состояния современного образования наблюдается кризис и в геометро-графической подготовке (ГГП). В таких условиях при прогрессирующей графической деградации абитуриентов и постоянном уменьшении количества аудиторных часов на изучение графических дисциплин возникает острая необходимость в изменении общесистемных подходов к организации и содержанию ГГП. В нашем исследовании мы предлагаем осуществить переосмысление традиционного содержания графических дисциплин с позиций геометрического моделирования и произвести модернизацию дидактического обеспечения ГГП с позиций модульного обучения.

В последнее время термин «геометрическое моделирование» приобрел огромную популярность в связи с развитием компьютерных технологий моделирования, однако геометрическое моделирование можно считать одной из первых областей знания человеческого общества. Ведь любое описание объекта, выраженное на том или ином языке, будь то язык математики или графики, можно называть моделированием, а результатом описания будет являться модель. Графическая модель является необходимой базой для создания проектной модели объекта как источника информации не только о его позиционных и метрических, но и о прочих свойствах, что, по сути, можно считать основой изучения графических дисциплин.

Первой дисциплиной в разделе ГГП является начертательная геометрия (НГ). Традиционные (устаревшие, на наш взгляд) определения предмета начертательной геометрии дают известные ученые старой школы НГ. Например, В.О. Гордон дает такое определение: «...изложение и обоснование способов построения изображений

пространственных форм на плоскости и способов решения задач геометрического характера по заданным изображениям этих форм» (Гордон, Семенцов-Огиевский, 2002). Другие ученые имеют более современный взгляд на НГ, которого придерживаемся и мы. Так, А.В. Бубенников пишет: «Начертательная геометрия – область науки и техники, занимающаяся разработкой научных основ построения и исследования геометрических моделей проектируемых инженерных объектов и процессов и их графического отображения» (Бубенников, 1985). А.М. Тевлин считает, что начертательная геометрия – это раздел математики, посвященный изучению теории методов графического моделирования многообразий различного числа измерений и различной структуры, а чертеж есть графическая модель пространства (Курс начертательной геометрии, 1983).

Как показал обзор, большинство современных ученых в области инженерной геометрии называет графическое изображение графической моделью, а процесс создания графической модели – моделированием (Kaygorodtseva, 2012; Volkov et al., 2013). Подытоживая вышесказанное, за предметную основу начертательной геометрии с полным правом можно принять графическое моделирование пространственных объектов (трехмерных объектов), или, другими словами, – двумерное (плоскостное) моделирование трехмерных объектов посредством их графических моделей.

Изучение следующей дисциплины раздела ГТП – инженерной графики – с одной стороны, полагается на теоретическую базу курса начертательной геометрии, а с другой – основывается на нормативных документах и государственных стандартах в обла-

сти ЕСКД. В отличие от абстрактных геометрических объектов изучения НГ, которые не подлежат изготовлению, в инженерной графике объектами моделирования выступают технические изделия: детали и устройства, содержащие помимо информации о сугубо геометрических свойствах также и дополнительную информацию, необходимую для изготовления объекта моделирования. Такой информацией могут служить сведения о материале и технологии изготовления, порядке обработки поверхностей изделия и т.п.

Необходимость наполнения графической модели дополнительной технической информацией обусловила переход инженерной графики на качественно более высокий уровень технологии геометрического моделирования – технического геометрического моделирования. При этом изучаются пространственные формы реальных технических объектов, их свойства и взаимодействие. Переход от идеального (задуманного) образа объекта моделирования к его модели в инженерной деятельности, как правило, осуществляется посредством графического представления, т.е. геометрической модели.

Логическим завершением курса ГТП традиционно считается дисциплина «Компьютерная графика», посвященная самому современному методу моделирования – компьютерному геометрическому моделированию.

Моделирование в обучении является содержанием, которое должно быть усвоено студентами в результате обучения, методом познания, которым они должны овладеть. Также моделирование является учебным действием, без которого невозможно полноценное обучение. Четкое понимание методов и средств геометро-графического моделирования обеспечивает естествен-

ные межпредметные связи. При этом междисциплинарный подход к определению содержания ГПП с его главным условием обеспечения интеграции дисциплин, обусловленный применением геометрического моделирования, сегодня должен быть тем побуждающим фактором, который повлияет на модернизацию структуры и содержания геометро-графической подготовки специалиста в морском вузе.

Цель геометро-графической подготовки специалистов в морском вузе, как нам видится, – это формирование у будущих морских специалистов на основе знаний, умений и личностных характеристик компетенций, позволяющих эффективно осуществлять геометрическое моделирование технических деталей, механизмов и устройств судна, а также извлекать из моделей всю информацию, необходимую для исследования, изготовления, эксплуатации, модернизации и ремонта данных объектов. Структура содержания ГПП должна отражать логику формирования пространственно-конструктивного мышления и содержать средства обучения, позволяющие эффективно формировать и развивать компоненты, составляющие геометрическое мышление.

Предложенная нами структура содержания геометро-графической подготовки, показанная на рисунке, построена на принципах модульного обучения и отражает современный подход к ГПП, согласно которому методологической основой ГПП выступает геометрическое моделирование. Принимая во внимание вышесказанное, мы предлагаем в качестве элементарного модуля в структуре ГПП принять *геометрическую модель элемента ГПП*, т.е. основой такой модульной структуры будут являться, по сути, объекты геометрического моделиро-

вания. Данная структура состоит из трех преемственно взаимосвязанных обучающих блока: базового, конструкторского и проектно-конструкторского, которые, в свою очередь, объединяют множество элементарных обучающих модулей. Такое вертикальное деление на блоки в полной мере раскрывает процесс развития геометрического моделирования от элементарного до специального и постепенного формирования пространственно-конструктивного мышления в процессе ГПП морского специалиста.

Предложенная структура подтверждает тенденцию развития ГПП последних лет, согласно которой «интегративной основой содержания геометро-графической подготовки является единый предмет изучения – геометрическая модель, а средством интеграции выступает визуально-образный геометрический язык» (Рукавишников, 2004). Интеграция основана на принципе модульного обучения и базируется на реализации в процессе учебной практики системы инвариантов. При этом система охватывает все смежные дисциплины, входящие в учебные планы подготовки плавсостава, как по горизонтали в пределах одного семестра обучения, так и по вертикали от семестра к семестру, обеспечивая гибкие междисциплинарные связи. Выделение инварианта содержания ГПП мы связываем с комплексным подходом к построению содержания учебной дисциплины и эффективной организации способов его усвоения на основе принципа единства фундаментализации и профессионализации знаний, который раскрыт с учетом специфики морского вуза в работах (Бородина, 2015; Бородина, Баляева, 2009; Balyaeva, Uglova, 2016).

Оптимальной нам представляется модульная структура построения содержания и дидактического обеспе-

Элементарное геометрическое моделирование

Геометрическая модель
точки

**Базовый
блок**

3Z

Геометрическая модель
прямой

И

Геометрическая модель
плоскости

И

Геометрическая модель
многогранника

_____ Геометрическая модель
поверхности вращения

Геометрическая модель каркасной
поверхности

специализация
плавсостава

судовой
механик

судоводитель

**Конструкторский
блок**

1

Геометрические модели
деталей и элементов
судовых устройств

V

Геометрическая 2D-модель
поверхности корпуса судна
(теоретический чертеж)

Специальное
геометрическое
моделирование

**Проектно-
конструкторский блок**

V

Геометрические модели судовых
устройств
(2D- и 3D-сборки)

lz

Геометрическая 3D-модель
каркасной поверхности
корпуса судна

Блочно-модульная структура содержания геометро-графической подготовки
в морском вузе с позиций геометрического моделирования

чения графических дисциплин, важными свойствами которой являются гибкость, мобильность и относительная автономность отдельных учебных модулей. Каждый модуль выполняет законченное профессиональное действие, освоение которого идет поэтапно. К специфическим принципам разработки модульной структуры содержания ГПП относятся единство фундаментализации и профессионализации знаний о предмете, автономность, мобильность, паритетность, динамичность, обеспечение обратной связи, осознанная перспектива.

При разработке обучающих модулей структуры содержания ГПП в морском вузе нам представляется необходимым обеспечить достижение следующих целей:

- сформировать пространственное мышление – форму теоретического мышления высокого уровня, являющуюся профессионально значимым элементом творческой деятельности офицера морского флота;
- обучить теоретическим основам геометрического моделирования и представления геометрических моделей в соответствии с требованиями и возможностями традиционных и новых информационных технологий;
- заложить фундамент для изучения последующих общетехнических и специальных дисциплин и развития профессиональных качеств у будущих морских специалистов.

В предложенной нами блочно-модульной структуре содержания по курсу геометро-графических дисциплин проектирование содержания ГПП осуществляется на основе анализа профессиональной деятельности морского специалиста, его умений и навыков, а также междисциплинарных связей, которые определяют перечень смеж-

ных дисциплин, необходимых для получения конкретной специализации плавсостава. Данная структура является основой для разработки и модернизации модульных учебных программ цикла геометро-графических дисциплин, включая блочный учебный план и пакет обучающих модулей, а также дидактического обеспечения ГПП специалистов морских вузов.

Как показали исследования, модульная организация процесса обучения позволяет применять индивидуальный подход к обучающимся, учитывая их индивидуальные качества и начальный уровень графической подготовки; увеличивает мотивацию обучения; активизирует творческие способности педагога в поиске эффективных форм и приемов работы, позволяет самостоятельно модернизировать содержание и дидактическое обеспечение; переводит форму взаимодействия между педагогом и обучающимся в направлении заинтересованного сотрудничества (Бородина, 2015; Бородина, Баляева, 2009).

Структура и содержание предложенной блочно-модульной системы геометро-графической подготовки инженерного специалиста в системе высшего морского образования соответствуют требованиям современного морского флота. Содержание ГПП структурировано по модульному принципу и обеспечивает постепенный переход от абстрактных геометрических моделей (элементарных модулей), связанных с фундаментальными знаниями, к все более конкретным моделям, воспроизводящим реальные профессиональные ситуации и систему интеллектуальных и социальных отношений занятых в этих ситуациях специалистов.

Все множество элементарных обучающих модулей (геометрических

моделей) можно сопоставить с соответствующим уровнем геометрического моделирования, обусловленным характером направленности решаемых задач в рамках данного модуля. Исходя из этого, все модули, составляющие структуру, можно объединить в три блока, соответствующие специфике объектов изучения (геометрических моделей) и уровню моделирования:

- *базовый блок* соответствует элементарному геометрическому моделированию и объединяет модули абстрактных геометрических моделей (по сути – объектов изучения начертательной геометрии) с предметно-специфическим содержанием (предметно-аналитические), цель которых составляет усвоение содержания операций (выполнение простейших графических построений, проведение анализа построения проектируемого объекта и др.);
 - в *конструкторский блок*, соответствующий уровню технического моделирования, входят модули с элементами профессиональной направленности (предметно-моделирующие), которые характеризуются овладением студентами полным содержанием действий (ознакомление с задачей; составление плана ее решения; осуществление решения; исследование решения) и введением специальной терминологии морской профессиональной области. Начиная с данного блока происходит разделение содержания ГПП согласно специализации плавсостава, т.е. состав учебных модулей различается, например, для судовых механиков и судоводителей. Также на этом уровне ГПП активизируются интеграционные междисциплинарные связи – как двухсторонние горизонтальные внутри одного семестра, так и одно-
- сторонние вертикальные с дисциплинами других семестров;
- *проектно-конструкторский блок* на уровне специального моделирования объединяет модули с профессиональной направленностью (межпредметно-исследовательские), которые включают в себя способность переноса умения решать задачи геометрического моделирования, связанные с техническими, специальными и инженерными объектами. Они реализуются на геометрических моделях объектов специальных дисциплин и направлены на формирование обобщенных умений и навыков.
- Структура каждого обучающего модуля инвариантна и включает три функциональных блока:
- *информирующий блок*, в функции которого входит постановка целей и задач данного модуля, контроль уровня начальных (входных) знаний и умений и определение готовности обучаемого к изучению данного модуля;
 - *формирующий блок*, функции которого состоят в формировании необходимых знаний и умений. Основой обучающий блок, в свою очередь, можно разделить на аудиторные учебные элементы: лекции, практические занятия, консультации и соответствующие им учебные материалы, а также учебные элементы для самостоятельной работы: учебно-методические и учебно-практические пособия, базу индивидуальных графических заданий, средства самоконтроля, такие как многоуровневые тестовые задания;
 - *контролирующий блок*, выполняющий контролируемую роль и включающий контрольно-диагностическое обеспечение, позволяющее не

только качественно, но и количественно оценить уровень освоения данного модуля.

Целью каждого модуля, определяющей содержание формирующего блока, мы предлагаем считать усвоение комплекса методов и средств моделирования, отображения, определения свойств и взаимодействия с другими моделями, исследования и конструктивного анализа соответствующей геометрической модели, а также условий и области ее применения.

Иными словами, инвариантной обобщенной целью каждого модуля в нашей модели ГТП является формирование пространственно-конструктивного мышления, соответствующего все повышающемуся уровню геометрического моделирования, и от модуля к модулю различается лишь совокупностью решаемых задач в рамках изучения различных объектов геометрического моделирования. При этом неизменными остаются единый базовый язык, идеология, комплекс программно-технических и прикладных средств геометрического моделирования.

Современные условия развития технологии, интеграция научных достижений в области теоретической и прикладной геометрии и компьютерной графики, новая мировоззренческая доктрина образования, достижения в области психологии и педагогики побудили нас модернизировать традиционные подходы к содержанию ГТП, ориентировать ее на формирование личности с высоким уровнем развития пространственного мышления, способной эффективно использовать имеющиеся и перспективные технологии геометрического моделирования и визуализации информации в профессиональной сфере.

Особенностью предложенной инновационной модели ГТП является ее

выход через модульные образовательные программы на содержание учебных дисциплин, обеспечивающий ее открытость и развитие, что позволяет повысить эффективность подготовки и стимулировать самостоятельность обучающихся. Также немаловажным отличием данной модели является отсутствие четкого разделения на отдельные дисциплины, входящие в программу ГТП, что обусловлено внутренней интеграцией графических дисциплин. Такая интеграция уже заложена в структуре каждого учебного модуля, поскольку методами изучения любой геометрической модели наряду с проекционными методами начертательной геометрии могут выступать и методы трехмерного компьютерного моделирования, как это показано на примере комплексного решения метрических задач на уровне элементарного геометрического моделирования (Рыченкова и др., 2016) или построения трехмерных сборок судовых устройств в рамках специального моделирования при изучении модулей с профессиональной направленностью (Формирование профессиональных компетенций..., 2015).

Нами было разработано и апробировано комплексное учебно-дидактическое обеспечение процесса обучения графическим дисциплинам, реализующее модульный принцип обучения и включающее экспериментальные программы дисциплин геометро-графического цикла, основанные на предложенной модели ГТП, а также учебные пособия и методические рекомендации, банк профессионально ориентированных уровней заданий и контрольно-диагностических материалов, входящих в обеспечение модулей.

Обучение, организованное в соответствии с данной моделью, дает

возможность полнее учитывать современные потребности рынка труда и отдельной личности.

Литература

1. Бородина Л.Н. Системно-модульная технология формирования профессиональной компетентности курсантов при изучении общетехнических дисциплин в морском вузе: дис. ... канд. пед. наук. Великий Новгород, 2015.
2. Бородина Л.Н., Баляева С.А. Экспериментальная технология геометро-графической подготовки офицеров морского флота // Научные проблемы гуманитарных исследований. 2009. Вып. 10.
3. Бубенников А.В. Начертательная геометрия: учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1985.
4. Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии: учеб. пособие. М.: Высшая школа, 2002.
5. Курс начертательной геометрии на базе ЭВМ / под ред. А.М. Тевлина. М.: Высшая школа, 1983.
6. Рукавишников В.А. Инженерное геометрическое моделирование как методологическая основа геометро-графической подготовки в техническом вузе: дис. ... д-ра пед. наук. Казань, 2004.
7. Рыченкова А.Ю., Бородина Л.Н., Клименко Е.С. Комплексный подход к решению метрических задач начертательной геометрии // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. 2016. № 7. С. 103-111.
8. Формирование профессиональных компетенций курсантов морских вузов в процессе решения профессионально ориентированных задач / Е.С. Клименко [и др.] // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2015. № 3. С. 105-109.
9. Balyaeva, S.A. and A.N. Uglova, 2016. Innovative directions of the multi-level training program general scientific engineering and naval personnel. Theoretical & Applied Science, 3 (35): 146-148.
10. Kaygorodtseva, N., 2012. The Modernization of the Rate of Descriptive Geometry. The Journal of Polish Society for Geometry and Engineering Graphics, 23: 7-10.
11. Volkov, V. et al., 2013. An Innovative Paradigm of Descriptive Geometry Courses. Journal for Geometry and Graphics, 17 (1): 119-128.

References

1. Borodina, L.N., 2015. System and modular technology of developing professional competence of cadets when studying technical disciplines in marine higher educational institutions: Candidate's Thesis in Pedagogy. Veliky Novgorod. (rus)
2. Borodina, L.N. and S.A. Balyaeva, 2009. Experimental technology of graphic training of navy officers. Scientific problems of humanitarian researches, 10. (rus)
3. Bubennikov, A.V., 1985. Descriptive geometry: teaching manual. Moscow: Vysshaya Shkola. (rus)
4. Gordon, V.O. and M.A. Sementsov-Ogiyevsky, 2002. Course of descriptive geometry: teaching manual. Moscow: Vysshaya Shkola. (rus)
5. Tevlin, A.M. (Ed.), 1983. Course of descriptive geometry on computer. Moscow: Vysshaya Shkola. (rus)
6. Rukavishnikov, V.A., 2004. Engineering geometrical modeling as the methodological background of graphic preparation in technical college: Doctoral Thesis in Pedagogy. Kazan. (rus)
7. Rychenkova, A.Yu., L.N. Borodina and E.S. Klimenko, 2016. Integrated approach to the solution of metric tasks of descriptive geometry. News-Bulletin of Southern Federal University. Pedagogical Sciences, 7: 103-111. (rus)
8. Klimenko, E.S. et al., 2015. Developing professional competences of cadets of marine higher educational institutions by solving professionally focused tasks. Bulletin of Maykop State Technological University, 3: 105-109. (rus)
9. Balyaeva, S.A. and A.N. Uglova, 2016. Innovative directions of the multi-level training program for general scientific engineering and naval personnel. Theoretical & Applied Science, 3 (35): 146-148.
10. Kaygorodtseva, N., 2012. The Modernization of the Rate of Descriptive Geometry. The Journal of Polish Society for Geometry and Engineering Graphics, 23: 7-10.
11. Volkov, V. et al., 2013. An Innovative Paradigm of Descriptive Geometry Courses. Journal for Geometry and Graphics, 17 (1): 119-128.