

УДК 371.121

## ПРОБЛЕМА ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБЩЕТЕХНИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

Юматова Э.Г.

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»,  
Нижний Новгород, e-mail: standart@nngasu.ru*

Проблема продуктивного применения цифровых средств при подготовке будущих инженеров в сфере строительства активно обсуждается в современных педагогических и психологических научных исследованиях, публикациях и дискуссиях. В данной статье рассмотрена теория и практика проектирования междисциплинарного содержания общетехнической подготовки по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика» при интеграции с профессиональными дисциплинами. Выделены наиболее взаимосвязанные с геометро-графической подготовкой профессиональные дисциплины, освоение которых ориентировано на взаимосвязанное формирование индикаторов общетехнических и профессиональных компетенций. Основой реализации междисциплинарной подготовки бакалавров стало разработанное содержание модуля на освоение актуальных компьютерных инструментов информационного моделирования. Освоение компьютерных инструментов происходит в ходе выполнения студентами лабораторных занятий и графических работ (проектов) разного уровня сложности. Приведен пример содержания междисциплинарного проекта на моделирование не только архитектурных, но и конструктивных элементов зданий начиная уже с младших курсов. Продуктивность внедрения разработанного и расширенного содержания геометро-графической подготовки проходит в вузе апробацию. Успешность включения нового модуля в образовательный процесс инженерного вуза подтверждена как результативностью участия команд студентов в комплексных олимпиадах, так и их достигнутыми результатами при защите дипломов.

**Ключевые слова:** инженерная подготовка, инженерная и компьютерная графика, междисциплинарность

## PROBLEM OF USING DIGITAL TOOLS IN THE GENERAL TECHNICAL GEOMETRIC AND GRAPHIC TRAINING OF FUTURE ENGINEERS

Yumatova E.G.

*Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering,  
Nizhny Novgorod, e-mail: standart@nngasu.ru*

In modern pedagogical and psychological research, publications and discussions is actively discussed the problem of the efficient use of digital tools in the training of future engineers in the field of construction. The article considers the theory and practice of designing the interdisciplinary content of general technical training in the discipline of engineering and computer graphics by means of integration with professional disciplines. Professional disciplines interrelated with geometric and graphic training were determined. The development of the selected disciplines allows for the interconnected formation of indicators of general technical and professional competencies. The basis for the implementation of interdisciplinary student's training was the developed content of the module on the study of modern computer tools of information modeling. In the process laboratory and graphic works (projects) of different levels of complexity students study computer tools. An example of the content of an interdisciplinary project for modeling not only architectural, but also structural elements of buildings, starting from junior courses, is given. The productivity of using the developed content of geometric-graphic training in the educational process has been proven by the diagnostic apparatus. The achieved results of the participation of teams of students in complex championships and in the defense of diplomas prove the success of the inclusion of a new module in the educational process of an engineering university.

**Keywords:** teaching future engineer, engineering and computer graphics, subject relations

Студенты, обучающиеся по бакалавриату 08.03.01 Строительство, согласно ФГОС ВО 3++ должны быть готовы к решению творческо-междисциплинарных и социально значимых задач в сфере архитектурного проектирования, проектирования конструкций и инженерных сетей. Значимой составляющей общетехнической подготовки бакалавров является геометро-графическая подготовка, в ходе которой для формирования у них умений решения творческих задач (проектов) одним из наиболее продуктивных методов является метод проблемного обучения [1]. Для организации в ходе проблемного обучения межпредметных связей на уровне содержания и средств обучения

в геометро-графической подготовке применяются исследовательские задачи (в том числе проектного типа), связывающие несколько дисциплин. При этом в ряде научных трудов также доказано [2], что кроме формирования междисциплинарных знаний, умений, обобщенных способов действия проблемное обучение исследовательского типа способствует формированию у студентов специалитета творческих и самостоятельных способов познания, социально значимых механизмов самоконтроля.

Анализ учебного плана бакалавриата показал, что интеграция общетехнической геометро-графической и профессиональной подготовки возможна на уровне содержа-

ния при включении в процесс геометро-графической подготовки такого модуля, как информационное моделирование в строительстве [3, 4]. Освоение студентами содержания данного раздела должно осуществляться в ходе исследовательской деятельности не с применением цифровых CAD-средств, а с применением актуальных комплексных компьютерных средств, позволяющих выполнять не только технические задачи по проектированию элементов архитектуры зданий, но и по проектированию конструкций и инженерных сетей. К таким комплексным компьютерным средствам относятся средства информационного моделирования (ТИМ-средства – Renga, Нанокад и др.). Введение в геометро-графическую подготовку дополнительного модуля позволит усилить междисциплинарные связи с профессиональной инженерной подготовкой и ее актуальность [5].

Однако в ходе исследования психолого-педагогических источников в сфере продуктивности геометро-графической подготовки содержанию и реализации межпредметного исследовательского обучения с применением ТИМ-средств уделено, на наш взгляд, недостаточно внимания. Поэтому вопрос конструирования с учетом специфики архитектурно-строительного вуза межпредметного содержания формирования у будущих бакалавров общепрофессиональных компетенций во взаимосвязи с профессиональными компетенциями в условиях цифровизации ВО остается открытым. Данная проблема свидетельствует об актуальности исследования.

Цель исследования – разработать в рамках подготовки будущих выпускников бакалавриата (направление – 08.03.01 Строительство) содержание междисциплинарного модуля геометро-графической подготовки, информационное моделирование в строительстве, а также привести пример содержания исследовательского междисциплинарного задания (проекта).

### Материалы и методы исследования

Для достижения обозначенной цели был проведен анализ следующих документов и теоретических исследований: 1) психолого-педагогические источники в сфере инженерной подготовки; 2) нормативные документы (разных поколений профессиональные стандарты и ФГОС ВО, приказы Минобрнауки РФ, нормативно-технические документы в области информатизации строительного производства). Применены методы педагогического исследования: анализ и обобщение результатов, моделирование, собеседование со специалистами проек-

тных организаций и преподавателями технических вузов.

### Результаты исследования и их обсуждение

В ходе анализа содержания учебного плана для направления 08.03.01 Строительство (профиль – Промышленное и гражданское строительство) нами выделены профессиональные дисциплины, которые наиболее взаимосвязаны (на уровне ТИМ-средств) с дисциплиной «Инженерная и компьютерная графика» [6–8]. Выделенные дисциплины, которые направлены на формирование базовых профессиональных компетенций, включают: основы архитектурно-строительного проектирования, металлические конструкции, железобетонные и каменные конструкции, конструкции из дерева, основания и фундаменты, основы проектирования инженерных сетей, организация строительства.

Для увеличения результативности исследовательские задачи на построение информационных моделей перечисленных выше конструкций и арматуры инженерных сетей, решаемые студентами междисциплинарными ТИМ-средствами, на наш взгляд, необходимо и возможно включать в содержание дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» уже с младших курсов. В результате часть индикаторов профессиональных компетенций будут формироваться уже в ходе освоения студентами введенного нового модуля геометро-графической подготовки. Содержание разработанного нами междисциплинарного модуля по овладению студентами на лабораторных занятиях и в ходе выполнения графических работ разного уровня сложности инструментами ТИМ-средств приведено в табл. 1 и 2.

Приведем пример содержания междисциплинарного проекта при освоении студентами нового модуля: разработать проектные решения торгового комплекса (АС, ГП). Здания торгового комплекса, размещенные на отведенном под застройку участке, включают: главное здание торгового центра; вспомогательный одноэтажный корпус для размещения складских помещений; автомобильную стоянку; элементы благоустройства.

Технические условия для задания следующие:

1. Объемно-планировочные решения главного здания должны предусматривать не более двух этажей и включать: торговые залы; две стойки администратора; холл для размещения мест отдыха; два кафе быстрого питания; ресторан; два лифта и лестничные марши; два общих санузла на каждом этаже; пути эвакуации.

Таблица 1

Содержание междисциплинарного модуля, введенного в дисциплину  
«Инженерная и компьютерная графика» (Архитектурные решения)

| Тема занятия   | Содержание занятий  |
|--|---|
| Структура и настройка среды проектирования             | Пользовательский интерфейс. Шаблоны проекта. Рабочие плоскости. Координационные оси, уровни. Управление параметрами видимости графики (построение планов, фасадов, разрезов, трехмерные видовые точки). Создание групп и сборок               |
| Моделирование архитектурных элементов                  | Построение и редактирование ограждающих и несущих конструкций. Размещение и редактирование проемов и типов их заполнения. Установка размерных зависимостей  |
| Системные, загружаемые и контекстные семейства         | Редактирование системных и загружаемых семейств. Формирование и редактирование контекстных семейств. Редактирование типоразмеров конструкций  |
| Концептуальное моделирование формообразующих элементов | Моделирование и редактирование объемных элементов выдавливания, вращения, перехода, сдвига. Построение по граням формообразующих элементов стен, перекрытий, частей крыши. Спецификация формообразующих элементов                             |
| Построение разбивочно-го плана. Обмен данными          | Построение топографической поверхности. Вставка малых архитектурных форм на топоповерхность. Экспорт/импорт совместимых форматов файлов в существующий проект. Графическая работа («Малоэтажный жилой дом по типовому проекту»). Общий пример |

Таблица 2

Содержание междисциплинарного модуля, введенного в дисциплину  
«Инженерная и компьютерная графика» (Конструктивные решения, Инженерные сети)

| Тема занятия   | Содержание занятий  |
|--|---|
| Базовые инструменты моделирования и редактирования несущих конструкций | Инструменты моделирования металлических и железобетонных конструкций, деревянной стропильной системы. Построение аналитической модели. Совместная работа над проектом |
| Базовые инструменты моделирования инженерных сетей                     | Вставка компонентов внутренних систем водоотведения и водоснабжения. Графическая работа («Здание социального назначения», «Здание промышленного цеха»). Варианты      |
| Визуализация проекта   | Настройка освещенности. Оформление проектной документации (КМ, КЖ, ВВ)  |

Во входной зоне размещается лестничный марш и пандус для маломобильных групп. Высота этажа – 5,60 м. Форма крыши – плоская с ограждением. Для увеличения инсоляции геометрическая форма крыши включает «световой фонарь», построенный командами концептуального моделирования [9].

2. Несущая система – каркасная (колонны, балки, перекрытия). Толщина междуэтажных перекрытий устанавливается 220 мм. Колонны и балки принимаются сечением 380x380 мм. Шаг армирования стержнями принять 200 мм. Защитный слой бетона установить 32 мм. Диаметр и класс арматуры принять: для колонн 16 мм 500С; для хомутов 12 мм А500С; для ригелей 12 мм А500С; для монолитных перекрытий 16 мм А500С. Наружные ограждающие стены главного здания – 380 мм из одинарного кирпича, внутренние перегородки – толщиной 120 мм из гипсокартона.

3. Фундаменты – монолитные: под наружные стены – ленточные, под колонны каркаса – стаканного типа. Глубина заложения фундаментов – 1,80 м. Крыша вспомогательного корпуса односкатная, несущая система – стропильная из деревянного бруса (180x180 мм). Несущие стены толщиной в один кирпич.

4. Основной комплект рабочих чертежей графической работы включает [10]:

– титульный лист; лист содержания; рабочие чертежи архитектурно-строительных решений: Видовые точки, 2 Фасада, 2 Разреза, Планы этажей и кровли, Фрагменты 1, 2 многослойной конструкции несущей стены и конструкции перекрытия здания (рис. 1);

– экспликацию помещений, ведомость отделки фасадов, спецификацию типов заполнения оконных и дверных проемов (рис. 2);



Рис. 1. Фрагмент выполнения комплексного проекта ТИМ-средствами (видовые точки главного здания торгового комплекса)

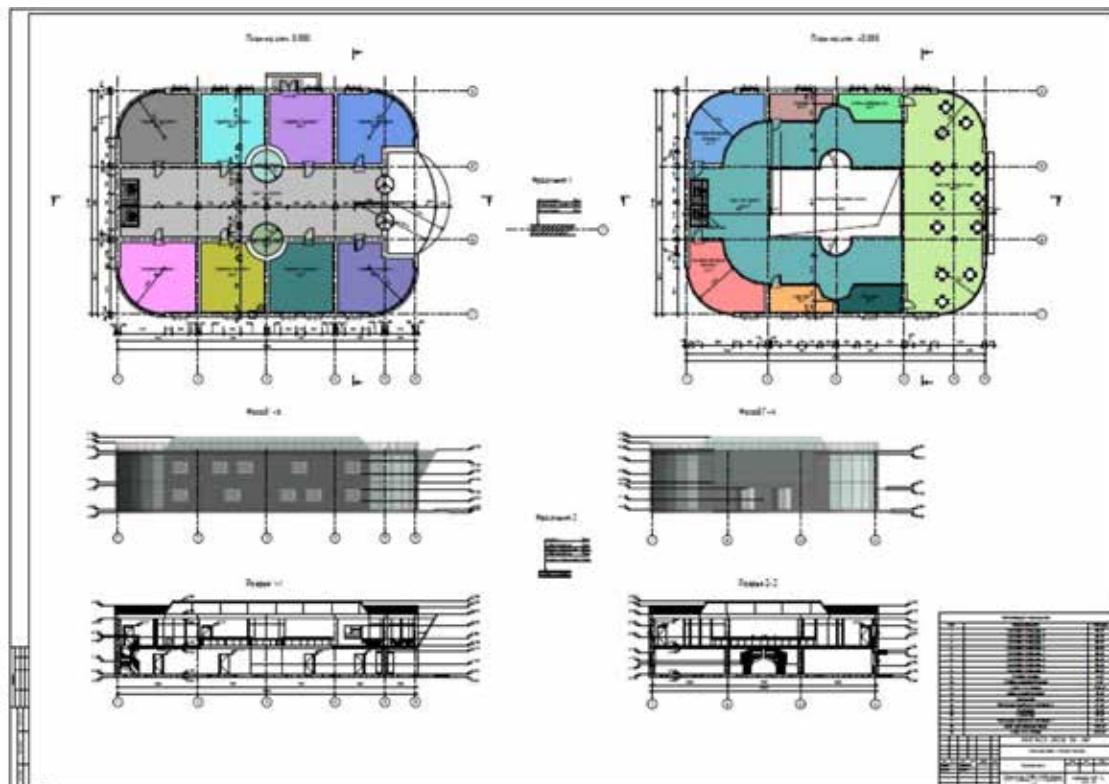


Рис. 2. Фрагмент выполнения комплексного проекта ТИМ-средствами (планы, фасады, разрезы)

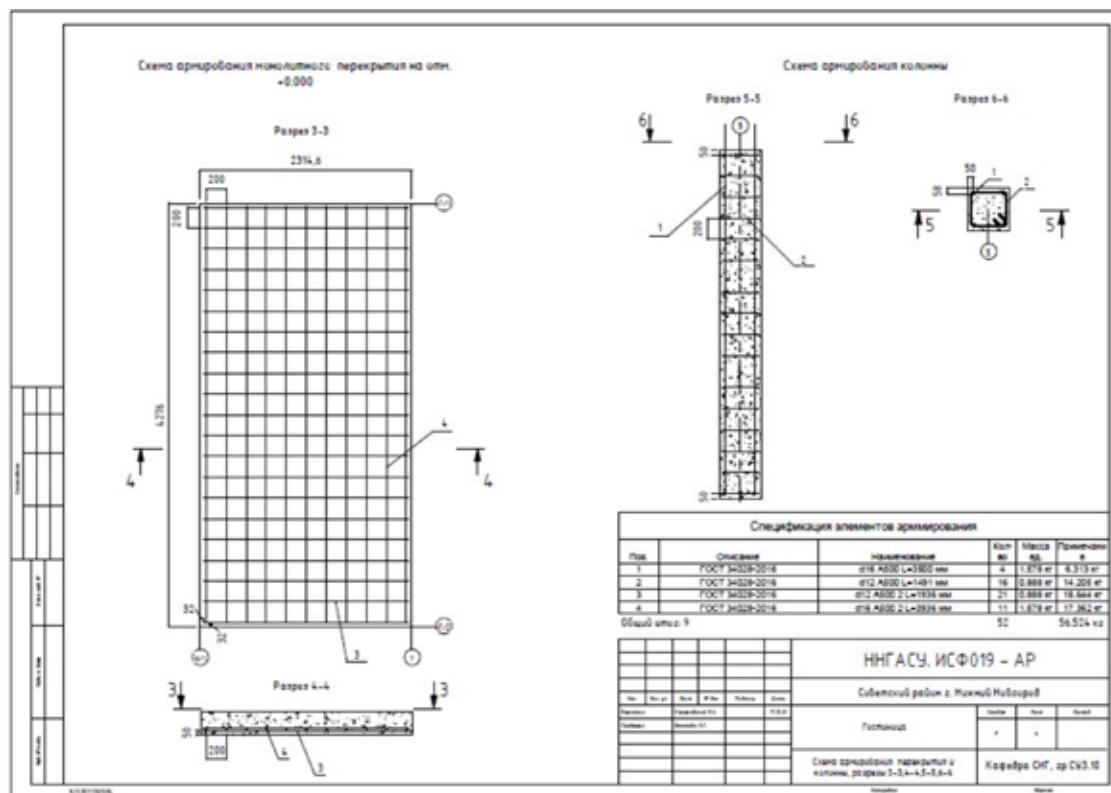


Рис. 3. Фрагмент выполнения комплексного проекта ТИМ-средствами (схема армирования, спецификация элементов армирования)

– разрез продольный и поперечный одной колонны с армированием, план армирования одной плиты перекрытия (с заданным шагом, сечением арматуры, классом арматуры и защитным слоем), спецификацию элементов армирования (рис. 3);

– видовую точку 1 на вспомогательный корпус, видовую точку 2 несущей стропильной системы;

– аналитическую модель стропильной системы, 2 узла (врезка диагонального стропила в мауэрлат, врезка стропила в прогон);

– разбивочный план территории с размещением зданий торгового центра, автостоянкой для размещения личного и социального транспорта, малыми архитектурными формами благоустройства территории.

### Заключение

Для успешного формирования у студентов профессионально и социально значимых междисциплинарных способностей и навыков самоконтроля в геометро-графическую подготовку необходимо введение дополнительного модуля. Ведущим видом учебной деятельности в ходе изучения нового модуля дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» должна стать

междисциплинарная исследовательская и проектная деятельность по построению информационных моделей объектов строительства. Содержание междисциплинарных проектов предполагает включение уже с младших курсов в техническое задание деятельности на построение не только информационных моделей элементов архитектуры здания, но также конструкций и элементов инженерных сетей.

В дальнейшем информационная модель здания на средних и старших курсах в ходе освоения взаимосвязанных профессиональных дисциплин должна уточняться и дополняться. Такая интеграция позволит оптимизировать и повысить качество не только геометро-графической подготовки по бакалавриату, но и профессиональной подготовки в целом. Акценты при подготовке бакалавров необходимо устанавливать на практико-ориентированные междисциплинарные цели и отечественный программный инструментарий обучения, что необходимо для обеспечения их конкурентными преимуществами при трудоустройстве в проектные организации, а также для результативности участия в конкурсах и олимпиадах разного уровня.

Продуктивность расширенного содержания геометро-графической подготовки студентов была отмечена преподавателями выпускающих кафедр в ходе защиты дипломов. А именно, отмечается высокое графическое и нормативно-техническое качество оформления проектной документации, оптимальность и точность выполненных расчетов конструктивных решений. Также подтверждением успешности подготовки будущих бакалавров, осуществляющей под нашим руководством, является в течение двух последних лет достижение призовых мест в командном и личном зачете в ТИМ-чемпионате (октябрь 2022 г., ноябрь 2021 г.). Олимпиада ежегодно проходит на базе ФГБОУ ВО СПбГАСУ и охватывает следующий соревновательный комплекс компетенций: архитектор, конструктор, инженер отопления, инженер вентиляции, инженер водоотведения, инженер-сметчик, координатор, инженер по организации строительства. Отметим, что в ТИМ-чемпионате принимало участие 8 федеральных государственных технических университетов страны, ведущих в сфере архитектурно-строительной подготовки студентов.

### Список литературы

1. Агеев В.А., Наумкин Н.И., Кильмяшкин Е.А. Особенности реализации проектного обучения // Современные научно-исследовательские технологии. 2021. № 4. С. 124–129.
2. Подымова Л.С., Сластенин В.А. Педагогика: учебник для бакалавров. М.: Юрайт, 2012. 332 с.
3. Юматова Э.Г., Волкова Е.М. Средства BIM-технологий в системе геометро-графической подготовки кадров для архитектурно-строительной деятельности в вузе // Инновационные технологии в инженерной графике: проблемы и перспективы: сборник трудов Международной научно-практической конференции (Брест, Респ. Беларусь, Новосибирск, Рос. Федерация, 19 апреля 2019 г.). Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2019. С. 309–311. [Электронный ресурс]. URL: [http://ng.sibstrin.ru/brest\\_novosibirsk/2019/2019.pdf](http://ng.sibstrin.ru/brest_novosibirsk/2019/2019.pdf) (дата обращения: 22.07.20).
4. Кравченя Э.М. Информационные и компьютерные технологии образования: учебное пособие для вузов. Минск: БНТУ, 2017. 168 с.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 5.03.2021 г. № 331 «Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций или (и) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели капитального строительства» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573842519> (дата обращения: 22.01.22).
6. Безольнов М.В., Юматова Э.Г. Комплексная разработка архитектурно-строительных решений средствами Cad и Bim-технологий в процессе прохождения производственной практики и научно-исследовательской работы // IX Всероссийский фестиваль науки: сборник докладов в 2-х т. Т. 2. Нижний Новгород: ННГАСУ, 2020. С. 337–341 [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42331543> (дата обращения: 09.03.22).
7. Киркогул Е.Р. Информационное моделирование объектов строительства: практикум для вузов. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2020. 66 с.
8. Толстов Е.В. Информационные технологии в REVIT. Базовый уровень: учебно-методическое пособие. Казань: КГАСУ, 2015. 91 с.
9. Ланцов А.Л. Компьютерное проектирование зданий. Revit 2015: начала работы, архитектурные элементы здания, инженерные сети здания, несущие конструкции здания, оптимизация работы в проектах. М.: РИОР, 2014. 664 с.
10. Юматова Э.Г. Информационное моделирование в строительстве. Технология Revit: учебное пособие для вузов. Нижний Новгород: ННГАСУ, 2022. 81 с.