

УДК 371.121

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНАЯ ПОДГОТОВКА БУДУЩИХ БАКАЛАВРОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Юматова Э.Г.

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

Успешная междисциплинарная подготовка будущих инженеров в области строительства на основе последовательного применения всего комплекса цифровых прикладных средств является актуальной, поскольку отвечает запросам отрасли. Анализ научных исследований педагогов и психологов показал, что данная тема недостаточно раскрыта. Выделены межпредметные разделы, обеспечивающие непрерывность обучения студентов (с первого по четвертый курс) в условиях интеграции взаимосвязанных общепрофессиональных и профессиональных дисциплин. Для реализации условия интеграции на других уровнях и с учетом специфики подготовки определен комплекс компьютерных прикладных средств, необходимых методов и форм поэтапного обучения. Предложен учебный план, объединяющий выделенные дисциплины и включающий два новых образовательных модуля – Информационное моделирование в строительстве и Проектная деятельность. Детально раскрыта методика проведения занятий в аудитории и самостоятельно в ходе освоения дополнительного модуля Информационное моделирование в строительстве. Приведены примеры результатов выполнения студентами расчетных графических работ по разделам модуля. Разработанная методика непрерывной междисциплинарной подготовки студентов проходит в вузе апробацию. Представлены некоторые промежуточные результаты апробации разработанной методики подготовки будущих инженеров-строителей, обучающихся по программе бакалавриата.

Ключевые слова: инженерная подготовка, общепрофессиональные и профессиональные дисциплины, цифровые средства обучения.

INTERDISCIPLINARY TRAINING OF FUTURE ENGINEERS IN CONDITIONS OF DIGITALIZATION OF ENGINEERING EDUCATION

Yumatova E.G.

¹Federal Educational Institution of Higher Education State University of Architecture and Civil Engineering, Nizhny Novgorod, e-mail: standart@nngasu.ru

The problem of successful interdisciplinary training of future engineers in the field of construction based on the consistent use of the entire complex of digital application tools is relevant, as it meets the needs of the industry. An analysis of scientific research by teachers and psychologists showed that this topic is not developed enough. Interdisciplinary content and productive methods, forms of continuous learning of students (from the first to the eighth semesters) in terms of the integration of general professional and professional disciplines were determined. A complex of computer tools, necessary methods and forms of step-by-step training of future engineers to implement the integration conditions at other levels of the system was determined. A curriculum, that unites the selected disciplines and includes two new educational modules (Information Modeling in Construction, Project Activities), has been proposed. The methodology for conducting classes in the classroom and independently during the development of the Information Modeling in Construction module was disclosed in detail. Examples of the results student's graphic works on sections of the module are given. The method of continuous interdisciplinary training of students is being tested at the university. Some intermediate results of approbation of the developed methodology for training future engineers are presented.

Keywords: teaching future engineer, general technical and professional disciplines, digital learning tools.

Согласно ФГОС ВО 3++ будущие бакалавры, обучающиеся по направлению 08.03.01 Строительство (профиль Промышленное и гражданское строительство), должны быть подготовлены к творческому и оптимальному решению профессиональных задач по проектированию и конструированию сложных и социально значимых объектов. Для успешного решения обозначенных профессиональных задач необходимо более активно

внедрять в учебный процесс вуза междисциплинарную подготовку с одновременным привлечением преподавателей как общетехнических, так и выпускающих кафедр.

Анализ учебного плана бакалавриата 08.03.01 и рабочих программ дисциплин (с первого и по четвертый курс включительно) показал, что организация межпредметных связей возможна при интеграции следующих дисциплин: «Основы архитектурно-строительного проектирования», «Основы стандартизации и метрологии», «Инженерная и компьютерная графика», «Архитектура зданий и сооружений», «Основания и фундаменты», «Металлические конструкции», «Железобетонные конструкции», «Системы автоматизированного расчета и проектирования в строительстве», «Сметное дело в строительстве». Межпредметная интеграция может быть реализована на всех уровнях методической системы, а именно на уровне содержания, методов, форм и средств обучения.

На уровне содержания и метода обучения интеграция общетехнической и профессиональной подготовки в вузе возможна в рамках проектного обучения, объединяющего несколько дисциплин и, соответственно, преподавателей нескольких кафедр. Реализация проектного обучения позволит сформировать у студентов междисциплинарные знания, умения, обобщенные способы действия, самостоятельные навыки исследовательской работы, а также социально значимые механизмы самоконтроля и общения в «малых» группах. Рядом ученых проектное обучение, реализующее межпредметные связи, рассматривается не только как основа формирования неординарных способностей студентов, но и как средство для повышения квалификации преподавателей-предметников [1, 2]. Поэтому конечной учебной целью такой интеграции нескольких кафедр, на наш взгляд, должен стать комплексный проект, выполняемый студентами на старшем курсе под руководством наставника или коллектива наставников.

На уровне средств и форм обучения необходимыми условиями реализации междисциплинарности, на наш взгляд, являются активное использование коллективных форм и комплексное применение следующих цифровых средств профессиональной направленности: 1) компьютерных средств выполнения 2D-чертежей (CAD-средства); 2) средств информационного моделирования (ТИМ-средства); 3) средств расчета конструкций; 4) инструментов управления проектами. Следует отметить, что, если средства расчета конструкций (Лира-САПР, Лира 10), применяемые при подготовке инженеров строительной отрасли как минимум последние 15 лет, выполнены отечественными разработчиками, то программные CAD-, ТИМ-средства и средства управления проектами принадлежат иностранным компаниям Autodesk (Автокад, Revit) и Mirafox (Project manager). Поэтому в настоящее время большая часть учебных материалов была разработана именно для этих средств [3, 4, 5]. В современных условиях при подготовке будущих инженеров-строителей в

вузе следует переходить на отечественные ТИМ-средства и средства коллективного управления проектами, такие как NanoCad, Renga, Pilot-BIM, Pilot-ICE.

Однако в настоящее время в научных трудах проблеме междисциплинарной интеграции на уровне содержания, методов и форм обучения, а также комплексной интеграции в учебном процессе профессионально значимых цифровых средств уделено внимание в большей степени только при подготовке специалистов машиностроительного профиля. Поэтому проблема конструирования межпредметного содержания, отбора методов и форм обучения, способствующих продуктивному формированию у будущих выпускников архитектурно-строительного вуза профессиональных компетенций в комплексе с общепрофессиональными компетенциями в условиях цифровизации ВО, остается не до конца разрешенной, что подтверждает актуальность исследования.

Цель исследования: разработать для обучающихся с первого по четвертый курс содержание, определить методы и формы обучения, способствующие в условиях цифровизации поэтапному формированию межпредметных знаний и проектных умений, развитию обобщенных и коммуникативных способностей будущих выпускников бакалавриата (направление 08.03.01 Строительство); разработать методику освоения студентами на практике ТИМ-средствами, привести примеры межпредметных заданий.

Материал и методы исследования

В ходе реализации обозначенной цели были проанализированы: 1) психолого-педагогические материалы по проблемам подготовки студентов инженерных вузов разных профилей; 2) нормативные документы (ФГОС ВО последней редакции [6], постановления Правительства РФ в сфере ВО [7], приказы Минстроя РФ [8]). Использовались методы: анкетирование преподавателей архитектурно-строительных вузов и проектировщиков профильных организаций, анализ результатов исследования. В исследовании приняли участие 35 преподавателей из трех архитектурно-строительных вузов – ННГАСУ, ПГУАС, НГАСУ (Сибстрин).

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам анкетирования преподавателей были выявлены преимущественно узкопредметный характер подготовки студентов (86%), а также недостаточно активное использование значимых цифровых инструментов и форм обучения (89%). Не случайно результаты анкетирования проектировщиков (24 инженеров из ведущих компаний-работодателей – Атомэнергопроект, Металлимпресс) показали, что только 37% выпускников, поступивших на работу в профильные организации, в полной мере подготовлены к решению актуальных для отрасли профессиональных задач.

Для конструирования межпредметного содержания был проведен анализ

педагогических источников [9, 10] и содержания рабочих программ выделенных дисциплин, который позволил определить межпредметные разделы, ставшие в дальнейшем основой поэтапной подготовки студентов с первого по четвертый курс. Межпредметные разделы включают темы, предполагающие поэтапную разработку студентами архитектурных и конструктивных решений для объектов разного назначения и сложности: 1) малоэтажный жилой дом по типовому и индивидуальному проекту; 2) здания социальной направленности (автовокзал, гостиница и др.); 3) производственное здание.

При этом для успешной реализации непосредственно проектного обучения и ввиду сложности профессиональных ТИМ-средств и средств управления проектами необходимо введение, на наш взгляд, в учебный план бакалавриата двух новых модулей:

– во-первых, нового модуля общепрофессиональной подготовки – Информационное моделирование в строительстве. В ходе лекционных и лабораторных занятий при освоении данного модуля студенты приобретут не только умения по разработке и построению цифровыми средствами архитектурных и конструктивных решений зданий разного назначения, но и навыки коллективной работы «малыми группами». Также значимо, что введение в подготовку инженеров нового модуля позволит усилить не только интеграцию дисциплин, но и ее актуальность;

– во-вторых, нового модуля профессиональной подготовки – Проектная деятельность, завершающего этапы межпредметной подготовки студентов. Проектный модуль также необходим для закрепления зачетных единиц за соответствующими кафедрами и координации деятельности наставников-преподавателей этих кафедр, отвечающих за консультационную поддержку при выполнении студентами разделов комплексного проекта.

Разработанное нами последовательное содержание, а также применяемые методы, формы и цифровые средства межпредметной общепрофессиональной и профессиональной подготовки будущих бакалавров представлены в таблице. Такая форма обучения, как расчетно-графическая работа, имеет в таблице обозначение РГР, а расчетная работа – РР.

Содержание, методы, формы и цифровые средства межпредметной подготовки будущих бакалавров (08.03.01 Строительство)

Разделы/Содержание	Методы/Средства	Формы
Б.1.О.12. Инженерная и компьютерная графика (1-й, 2-й семестры, 11 з.е.)		
Б.1.О.13. Основы стандартизации и метрологии (3-й семестр, 3 з.е.)		
1) законы геометрического моделирования и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства; 2)	алгоритмический, частично-поисковый /	РГР «Малоэтажный жилой дом по типовому проекту». Общий пример.

чертежи узлов строительных конструкций и зданий. Сборочные чертежи соединений. Генеральные планы; 3) 2D-инструменты построения рабочих чертежей средствами компьютерных технологий	NanoCad (модули – СПДС, Geonics)	РГР «Малоэтажный жилой дом по индивидуальному проекту». Варианты. Архитектурные решения. Разбивочный план
Б.1.О.14 Информационное моделирование в строительстве (3-й, 4-й семестры, 4 з.е.) Б.1.О.16. Основы архитектурно-строительного проектирования (3-й семестр, 3 з.е.) Б.1.В.32. Архитектура зданий и сооружений (4-й, 5-й, 6-й семестры, 9 з.е.)		
1) основы проектирования, архитектура зданий; 2) инструменты моделирования архитектурных элементов, металлических и железобетонных конструкций зданий; 3) разработка проектной документации архитектурных и конструктивных решений; 4) организация связи с САД-системами	частично-поисковый / RENGA (модули – Архитектура, Конструкции)	РГР: «Здание социального назначения». Общий пример; РГР «Производственное здание». Варианты. Архитектурные и конструктивные решения
Б.1.В.43. Системы автоматизированного расчета и проектирования в строительстве (5-й семестр, 2 з.е.)		
1) инструменты САПР построения и расчета; 2) экспорт/импорт файлов (связь с ТИМ-системами); 3) конструктивные решения	Частично поисковый / ЛИРА, RENGA (модуль Конструкции)	РГР «Производственное здание». Расчет узлов несущих конструкций. Варианты
Б.1.В.40. Сметное дело в строительстве (7-й семестр, 3 з.е.)		
1) формирование проектно-сметной документации (ПСД); 2) экспорт/импорт файлов (связь с ТИМ-системами)	частично-поисковый / Pilot-ICE	РР «Производственное здание». Выполнение ПСД. Варианты
Б.1.В.45. Проектная деятельность (8-й семестр, 1 з.е.)		
1) инструменты коллективной работы над проектом; 2) сборка модели и экспертиза ТИМ-модели; 3) размещение объектов на 3D-строительной площадке	Проектный / Pilot-VIM	Комплексный проект «Производственное здание». Варианты. Работа в команде

Рассмотрим более подробно методику проведения аудиторных занятий и самостоятельного выполнения заданий и РГР по проектированию ТИМ-средствами архитектурных и конструктивных решений строительных объектов разного назначения,

которая реализуется в рамках разработанного нами междисциплинарного модуля.

Выполнение студентами межпредметных заданий и РГР-модуля осуществляется в ходе освоения ими следующих четырех разделов: «Архитектурные решения», «Монолитные железобетонные конструкции», «Сборные железобетонные конструкции», «Металлические конструкции». В ходе освоения раздела «Архитектурные решения» на примере здания автовокзала студенты: 1) на лекционных занятиях изучают правила построения стен разных типов, колонн, перекрытий, балок, лестничных маршей и площадок, ограждающей части кровли, экспликации типов заполнения, экспликации помещений, многослойных фрагментов элементов здания; 2) на лабораторных занятиях выполняют общее задание на построение информационной модели здания по исходным чертежам, применяют фильтры и различные материалы; 3) в ходе самостоятельной работы оформляют рабочие чертежи (фасады, планы, разрезы, экспликацию типов заполнения оконных и дверных проемов, поэтажную экспликацию помещений, Фрагмент 1 к многослойной конструкции стены, выноску к плите перекрытия, видовые точки). Фрагмент выполнения студентами межпредметного задания ТИМ-средствами показан на рисунке 1.

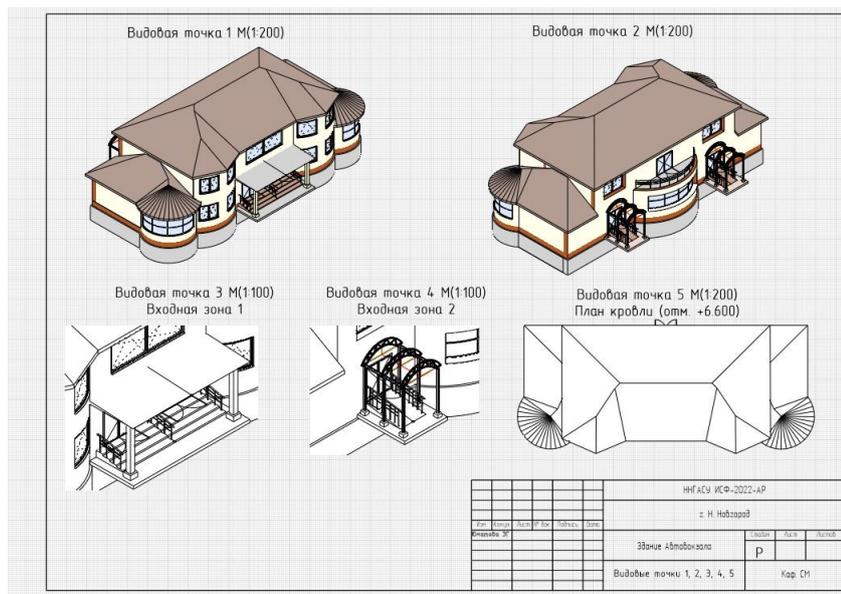


Рис. 1. Фрагмент результата выполнения студентами межпредметного задания по разделу «Архитектурные решения» (видовые точки здания Автовокзала)

В ходе освоения раздела «Монолитные железобетонные конструкции» на примере архитектурных решений здания автовокзала студенты: 1) на лекционных занятиях изучают правила создания сборок, армирования элементов здания каркасом, сеткой, отдельными стержнями, технологической арматурой, а также заполнения спецификации элементов армирования; 2) на лабораторных занятиях выполняют общие и индивидуальные задания: во-первых, по армированию одного перекрытия, стены с проемом, одной балки и колонны

здания с использованием разных материалов, классов и стилей арматуры; во-вторых, по усилению верхнего армирования приопорного участка плиты перекрытия, стены стержнями и П-хомутами; в-третьих, по армированию фундамента под колонну здания (сетка С1, петля монтажная); 3) в ходе самостоятельной работы оформляют рабочие чертежи конструктивных решений на армируемые элементы (планы, разрезы, спецификацию).

В ходе освоения раздела «Сборные железобетонные конструкции», продолжая детализировать конструкции здания автовокзала, студенты: 1) на лекционных занятиях осваивают правила управления стилями балок и колонн; 2) на лабораторных занятиях выполняют по вариантам задания по построению сечений балок и колонн пользовательских форм с фиксированными и параметрическими размерами; 3) в ходе самостоятельной работы моделируют плиту перекрытия по ГОСТ 9561-2016. Фрагмент выполнения студентами ТИМ-средствами межпредметного задания по разделу показан на рисунке 2.

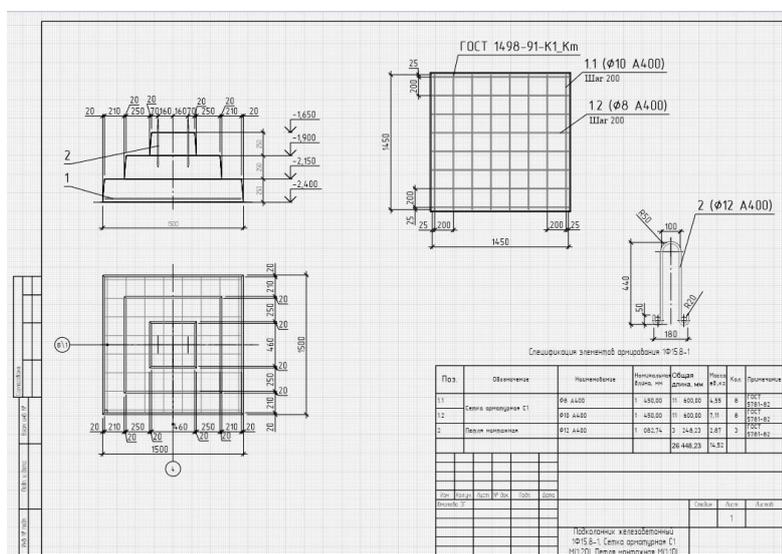


Рис. 2. Фрагмент результата выполнения студентами межпредметного задания по разделу «Монолитные железобетонные конструкции» (армирование подколонника)

В ходе освоения раздела «Металлические конструкции» студенты: 1) на лекционных занятиях изучают конструкции и правила построения ферм стальных стропильных из гнутосварных профилей прямоугольного сечения и с элементами из парных уголков; 2) на лабораторных занятиях моделируют по вариантам узлы опирания ферм стальных, проектируют металлическую конструкцию входной зоны здания; 3) при самостоятельной работе разбиваются на группы (3–4 студента), моделируют конструкцию промышленного цеха, оформляют чертежи (геометрические схемы, фасады, планы, ведомость расхода стали).

Заключение

В настоящее время на базе ФГБОУ ВО ННГАСУ осуществляется апробация разработанной методики межпредметной подготовки бакалавров. Сформированы группы

студентов, занимающиеся с 2019 г. по новой методике (ЭГ) и по традиционной методике (КГ) (всего 250 студентов). Промежуточная сравнительная оценка, проведенная с первого по третий курс, показала, что у большей части студентов ЭГ усредненный суммарный результат освоения выделенных дисциплин находится в интервале от 3,8 до 5,0 балла (78%). При этом меньшая часть студентов КГ показали такие же результаты (37%). Получение студентами ЭГ в течение последних 2 лет дипломов вторых призовых мест в командном и личном первенстве в ежегодно проводимом на базе ФГБОУ ВО СПбГАСУ чемпионате по ТИМ (ноябрь 2021 г., октябрь 2022 г.) также является значимым подтверждением успешности подготовки бакалавров по нашей методике. В дальнейшем исследовании предполагаются уточнение содержания учебного материала и совершенствование инструментария оценки.

Список литературы

1. Подымова Л.С., Слостенин В.А. Педагогика: учеб. для бакалавров. М.: Юрайт, 2012. 332 с.
2. Агеев В.А., Наумкин Н.И., Кильмяшкин Е.А. Особенности реализации проектного обучения // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 4. С. 124-129.
3. Толстов Е.В. Информационные технологии в REVIT. Базовый уровень: учебно-методическое пособие. Казань: КГАСУ, 2015. 91 с.
4. Кирколуп Е.Р. Информационное моделирование объектов строительства: практикум для вузов. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2020. 66 с.
5. Юматова, Э.Г. Информационное моделирование в строительстве. Технология Revit: учебное пособие для вузов. Нижний Новгород: ННГАСУ, 2022. 81 с.
6. Приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 № 481 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство» [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-08-03-01-stroitelstvo-481/> (дата обращения: 16.07.2022).
7. Постановление Правительства РФ от 26.12.2017 № 1642 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/556183093> (дата обращения: 15.07.2022).
8. Приказ Минстроя России от 31.12.2020 г. № 928\пр «Об утверждении СП 33.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» [Электронный ресурс]. URL: <https://ppt.ru/docs/prikaz/minstroy/n-928-pr-248527> (дата обращения: 16.07.2022).
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. Георгиевский О.В. Единые требования по выполнению строительных чертежей. Справочное пособие. М.: Издательство «Архитектура-С», 2018. 144 с.