УДК 372.851, 378
DOI: 10.24412/2079-9152-2023-59-39-45

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ БУДУЩИХ АРХИТЕКТОРОВ В СВЕТЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА

Чудина Екатерина Юрьевна,
кандидат педагогических наук,
e-mail: eka-chudina@ya.ru
Жмыхова Татьяна Владимировна,
кандидат физико-математических наук, доцент
e-mail: t.v.zhmykhova@donnasa.ru
ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, РФ

Аннотация. *В статье рассмотрена проблема усиления прикладной направленности математической составляющей высшего архитектурного образования в свете повышения требований к профессиональной подготовке архитектора и востребованности профессии архитектора-инженера. Выделены цели и задачи изучения курса математики студентами направления «Архитектура», а также компетенции, формируемые в процессе обучения математике. В качестве средства реализации практико-ориентированных методов обучения математике наиболее эффективным для обучающихся направления «Архитектура» выбран метод практико-ориентированной визуализации, на основании которого разработаны задачи для учебно-методических пособий по дисциплине «Математика» для будущих архитекторов. Приведены примеры прикладных задач, используемых в учебном процессе учреждения высшего профессионального образования для направления подготовки «Архитектура».*

Ключевые слова: *будущие архитекторы, высшее профессиональное образование, компетентностный подход, обучение математике, прикладные задачи.*

Для цитирования: Чудина, Е. Ю. Использование прикладных задач в математическом образовании будущих архитекторов в свете компетентностного подхода / Е.Ю. Чудина, Т.В. Жмыхова // Дидактика математики: проблемы и исследования. – 2023. – Вып. 3 (59). – С. 39–45. DOI: 10.24412/2079-9152-2023-59-39-45.

Постановка проблемы. Сегодня профессия архитектора является востребованной во многих странах, и в нашем регионе эта профессия особенно актуальна в аспекте необходимости восстановления разрушенных населенных пунктов. Специальность архитектора требует сочетания знаний из различных областей – искусства, науки и технологий.

Трагические события, происходившие в начале 2023 г., такие как землетрясения в Турции и Сирии, показали, что фундаментальное техническое образование является критически важным для профессии архитектора. Как заявил про-

фессор аварийного планирования и управления Д. Александр (факультет математики и физических наук, Институт снижения рисков и бедствий, г. Лондон), частично проблема заключается в том, что модернизация существующих зданий проводится очень редко, и при этом в новых зданиях строительные нормы плохо соблюдаются. Максимальная сила толчков во время этого землетрясения оказалась разрушительной, однако нельзя однозначно сказать, что она была достаточной для разрушения правильно построенных зданий [1, 12].

Несоблюдение требований Национальной стратегии по землетрясениям в Турции, недостаток базовых инженерных знаний и нарушение норм строительства привело к разрушениям тысяч зданий и гигантским человеческим жертвам. Как прокомментировал ситуацию глава филиала Палаты архитекторов Турции Т.К. Джандан, причиной таких разрушений является отсутствие надзора, поскольку процесс строительства превратился в инструмент зарабатывания денег [1]. Несоблюдение в архитектурной практике строительных норм в долгосрочной перспективе ведет к тому, что фундаментальные инженерные знания не применяются архитекторами на практике, что ведет к деактуализации этих знаний.

Таким образом, в настоящее время актуализировалась проблема усовершенствования математической составляющей высшего архитектурного образования в свете повышения требований к профессиональной подготовке архитектора и востребованности профессии архитектора-инженера.

Анализ актуальных исследований. Педагогические проблемы обучения математике в профессиональном образовании нашли широкое отражение в трудах ученых (Б.В. Гнеденко, А.Н. Колмогорова, Л.Д. Кудрявцева, В.Г. Болтянского, В.В. Кондратьева, В.М. Левина, Е.И. Скафы, Е.Г. Евсеевой и других), однако эти исследования не затрагивают сферу архитектурного образования.

Проблема прикладной направленности обучения математике изучалась Н.Я. Виленкиным, Г.В. Дорофеевым, Ю.М. Колягиным, С.И. Швацбургом и др. Прикладные задачи и межпредметные связи в обучении математике будущих инженеров изучали Г.И. Саранцев, М.И. Зайкин, И.Ф. Шарыгин, Е.А. Власова, Т.И. Бова, О.И. Кузьменко и др. Применение математических методов в архитектуре изучали Л.Н. Авдотьин, П.Г. Буга, В.И. Сазонов, Е.Р. Никонова и др., однако их исследования не носили дидактической направленности. Интересно диссертационное исследование О.С. Горневой, в котором она рассматривает комплексную модель интеграции математики в архитектуру с позиции синтеза трех наук – философии, архитектуры и математики [2]. Наиболее близким к теме нашей работы является исследование Н.П. Пучкова, в котором он изучает проблему интегрирования формируемых в архитектурном вузе компетенций на основе развития межпредметных связей общеобразовательных и профессиональных дисциплин [9].

Цель статьи – *выявить требования к обучению математике в высшем профессиональном архитектурном образовании на основании компетентностного подхода, обосновать необходимость использования прикладных задач в обучении математике будущих архитекторов.*

Изложение основного материала. Современный архитектор должен обладать необходимой базой научно-технических знаний, позволяющих ему решать инженерные задачи, встречающиеся ему в профессиональной деятельности. Данный подход реализован и на законодательном уровне – в частности, в квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденном Постановлением Минтруда РФ, в котором должностные обязанности главного инженера

и главного архитектора проекта не разделяются [8].

Базовые знания математики и физики требуются для получения большинства архитектурных специальностей в мировой практике. Так, программа подготовки архитекторов (уровень – бакалавр) школы Купер Юнион в Нью-Йорке описывается на сайте как учебная программа, подчеркивающая «важность архитектуры как гуманистической дисциплины», однако включает в себя изучение таких курсов, как «Компьютерные приложения и начертательная геометрия», «Исчисление и аналитическая геометрия» и «Концепции физики» на первых двух курсах обучения. Школа архитектуры Университета Южной Калифорнии (USC) предлагает примерную учебную программу для архитекторов, включающую в себя «Современные предварительные вычисления» в первом семестре и «Физику для архитекторов» во втором семестре. Кроме этого, эта программа обучения включает курс «Строительные конструкции и сейсмическое проектирование» на втором курсе обучения [11].

Подготовка архитекторов в бакалавриате ведется согласно Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования по направлению подготовки 07.03.01 Архитектура [10]. Одной из дисциплин образовательной программы, входящей в обязательную часть учебного плана, является «Математика».

Долгосрочной целью изучения учебного курса «Математика» является приобретение навыков использования математики в профессиональной деятельности, а также для изучения смежных дисциплин; развитие логического мышления; формирование у студентов умения проводить анализ задач, возникающих в профессиональной деятельности, разбивать их решение на этапы; формирование цельного научного мировоззрения, включающего математику, как неотъемлемую часть культуры.

Задачами изучения дисциплины «Математика» для будущих архитекторов являются:

– освоение основных теоретических понятий высшей математики;

– выработка навыков вычислений и решения типовых примеров и задач, а также умений применять полученные знания и навыки к решению нестандартных задач;

– изучение теоретических способов вычисления площадей плоских фигур и поверхностей, нахождения длин дуг кривых и объемов тел, используемых в архитектуре;

– формирование умения интерпретировать архитектурные объекты как абстрактные геометрические формы и проводить их исследования математическими методами;

– применение математических методов для обоснования архитектурных решений.

В результате освоения дисциплины «Математика» у студентов должны быть сформированы универсальная компетенция УК-2 (способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений) и общепрофессиональная компетенция: и ОПК-1 (способен представлять проектные решения с использованием традиционных и новейших технических средств изображения на должном уровне владения основами художественной культуры и объемно-пространственного мышления) [10]. Индикаторы сформированности указанных компетенций и соответствующие им результаты обучения приведены в таблице 1.

По мнению Н.П. Пучкова, математика является одной из важнейших составляющих культуры, как аппарат структурирования знаний и построения научных конструкций. Для будущих архитекторов она важна, с его точки зрения, с позиции овладения определенными правилами,

осознания математических законов, их практического применения при проектировании геометрических форм. Он рассматривает математику как культуру исследования, дающую возможность формализовать практическую проблему и реализовать ее научное решение [9].

Таблица 1 – Индикаторы освоения компетенций и результаты обучения дисциплине «Математика» студентов направления подготовки 07.03.01 Архитектура

Компетенция	*Индикатор*	*Результаты обучения*
УК-2	**УК-2.6.** Составление последовательности (алгоритма) решения задачи	**Знать:** основные понятия и теоремы курса математики, общие подходы к решению естественно-научных и профессиональных задач математическими методами. **Уметь:** применять математический инструментарий при составлении алгоритма и решении поставленных типовых задач. **Владеть:** методами математического моделирования, анализа и интерпретации полученных результатов.
ОПК-1	**ОПК-1.1.** Представлять архитектурную концепцию. Участвовать в оформлении демонстрационного материала, в том числе презентаций и видеоматериалов. Выбирать и применять оптимальные приёмы и методы изображения и моделирования архитектурной формы и пространства. Использовать средства автоматизации проектирования, архитектурной визуализации и компьютерного моделирования.	**Уметь:** анализировать и исследовать геометрические и физические объекты с помощью математических формул и понятий векторной алгебры и математического анализа; обосновывать полученные результаты исследования и результаты решения математических задач путем наглядного их представления различными способами: графическими, макетными, компьютерного моделирования, видео. **Знать:** основные принципы моделирования физических явлений математическими методами с использованием современных методов обработки и представления информации; основные подходы к планированию эксперимента и проведению анализа результатов. **Владеть:** математическими методами планирования и обработки результатов экспериментов с предоставлением результатов в наглядной форме; математическими методами проектирования зданий, определения пространственной формы, проектирования облицовки зданий с помощью геометрических объектов.

В результате изучения курса студент должен уметь полно и точно формулировать проблему, строить адекватную математическую модель, строго формулировать математические предположения, правильно выбирать метод анализа для эффективного решения поставленной проблемы, профессионально грамотно интерпретировать результаты исследования [9].

Учёные Н.М. Жукова, М.В. Шингарева и другие одним из средств реализации компетентностного подхода считают учебные задачи, моделирующие квазипрофессиональные ситуации. Целью применения таких задач в обучении явля-

ется формирование у студентов умений использовать теоретические знания по предмету и межпредметные связи для разрешения конкретных учебных проблем и ситуаций [7].

Решение учебных задач при обучении математике остается основным средством моделирования профессиональных ситуаций, благодаря которому у обучающихся формируются навыки прикладных вычислений, создания математической модели проблемной ситуации и ее решения математическими методами. С этой точки зрения мы считаем наиболее эффективными и интересными для студентов задачи прикладного характера, которые имитируют квазипрофессиональные проблемы деятельности будущего архитектора [3]. Такие задачи, например, в практике обучения математике будущих инженеров, строятся на основании практико-ориентированных методов обучения – практико-ориентированной визуализации математических объектов, «оперативного реагирования» и имитации практической деятельности [4]. Как отмечают Е.Г. Евсеева и А.С. Гребенкина, метод практико-ориентированной визуализации заключается в том, что определенному математическому понятию ставится в соответствие объект из сферы профессиональной деятельности, визуализация которого может быть выполнена в виде таблицы, диаграммы, фотографии и т.д. Этот метод, на наш взгляд, является наиболее актуальным в обучении математике будущих архитекторов, поскольку их профессиональная деятельность заключается в создании визуального продукта, умении представить архитектурный проект как систему геометрических форм и соответствующих им математических и физических отношений. На основании метода практико-ориентированной визуализации нами были разработаны учебно-методические пособия для обучения математики студентов направления «Архитектура», включающие в себя задачи прикладного характера [5, 6].

Приведем примеры задач прикладного характера, имитирующих квазипрофессиональные проблемы деятельности будущего архитектора.

Задача 1. Архитектору необходимо соединить на плане местности точки A и B, C и D транспортными прямыми (рис. 1.). В какой точке они пересекутся, если уравнения этих прямых в декартовой системе координат можно задать как:

$$\frac{2}{3}x - y = 0, \quad y + 3x = 5.$$

Задача 2. Элемент моста на чертеже может быть описан параболой. Высота элемента 15 м, расстояние между опорами 20 м (рис. 2). Найти уравнение параболы, если расположить одну из опор элемента в начале декартовой системы координат.

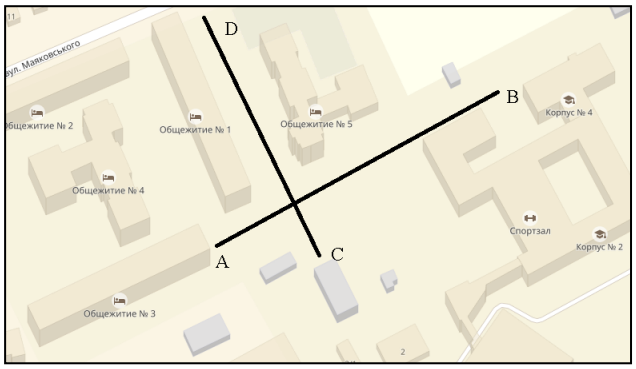

Рисунок 1 – Пересечение прямых на плане местности

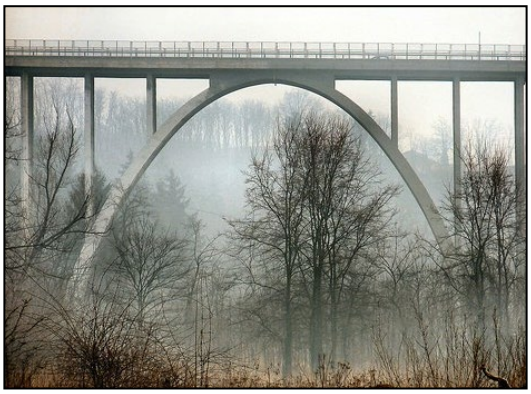

Рисунок 2 – Элемент моста в форме параболы

Задача 3. Необходимо разместить часы на башне (рис. 3). На какой высоте от основания часов должен находиться центр циферблата, если архитектор хочет разместить его по правилу золотого сечения? Высота башни составляет 15 м.

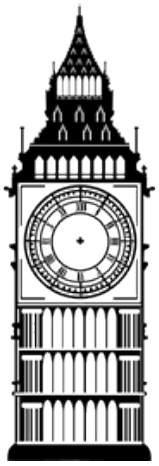

Рисунок 3 – Размещение часов на башне

Выводы. Прикладные задачи, соответствующие направлению профессиональной подготовки обучающихся, являются эффективным средством формирования универсальных и общепрофессиональных компетенций будущих специалистов. Для обучающихся направления «Архитектура» наиболее эффективными мы считаем задачи прикладного характера, позволяющие реализовать в обучении метод практико-ориентированной визуализации. Они дают возможность углубить математические знания будущих архитекторов и выработать навыки решения квазипрофессиональных задач математическими методами.

1. В соответствии с нормами безопасности. Новости строительства и СРО. – ЗаСтрой.РФ : сайт. – URL: https://zsrf.ru news/2023/02/14/v-sootvetstvii-s-normami-bezopasnosti (дата обращения: 10.03.2023). – Режим доступа свободный.

2. Горнева, О.С. Математические методы и модели в архитектуре (на примере учебного архитектурного проектирования): специальность 05.23.20 — Теория и история архитектуры, реставрация и реконструкция историко-архитектурного наследия : автореф. дис. … канд. арх. / Горнева Ольга Сергеевна; Уральская государственная архитектурно-художественная академия. – Нижний Новгород, 2010. – 24 с. – Место защиты: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет.

3. Дзундза, А.И. Прикладная направленность математического обучения как средство формирования общекультурных компетенций будущего учителя / А.И. Дзундза, В.А. Цапов, Е.Ю. Чудина // Теоретико-методологич. аспекты преподавания математики в современных условиях : матер. II Межд. заочной научно-практ. конф. (3-9 июня, 2019 г., г. Луганск). – Луганск : Книта, 2019. – С.15-21.

4. Евсеева, Е.Г. Практико-ориентированные методы обучения математике будущих специалистов МЧС / Е.Г. Евсеева, А.С. Гребенкина // Дидактика математики: проблемы и исследования: Междунар. сборник научных работ. – 2022. – Вып. 55. – С. 46-55. DOI: 10.24412/2079-9152-2022-55-46-55.

5. Жмыхова, Т.В. Математика: учебно-методическое пособие для студентов архитектурных специальностей / Т.В. Жмыхова, Е.Ю. Чудина. – В 2-х частях. Ч. 1. – Макеевка: ДонНАСА, 2018. – 207 с.

6. Жмыхова, Т.В. Математика: учебно-методическое пособие для студентов архитектурных специальностей / Т.В. Жмыхова, Е.Ю. Чудина. – В 2-х частях. Ч. 2. – Макеевка: ДонНАСА, 2019. – 180 с.

7. Шингарева, М.В. Учебные задачи в контексте компетентностного подхода / Н.М. Жукова, М.В. Шингарева // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – Вып. 6/1 (31). Теория и методика профессионального образования : науч. журнал / под ред. П. Ф. Кубрущко. – Москва: ФГОУ ВПО МГАУ, 2008. - С. 27-30.

8. Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденный постановлением Минтруда РФ от 21 августа 1998 г. N 37. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58804/ (дата обращения: 10.03.2023).– Режим доступа свободный. – Текст электронный.

9. Пучков, Н.П. Математика и архитектура: к вопросу развития межпредметных связей при подготовке архитекторов // Н.П. Пучков, Т.Ю. Забавникова // Вопросы современной науки и практики. Университет

им. В.И. Вернадского. – 2019. – № 2. – С.133-143.

10. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 07.03.01 Архитектура : утвержден приказом Министерства образования и науки РФ № 509 от 8 июня 2017 г. (с изменениями и дополнениями) Редакция с изменениями № 1456 от 26.11.2020. – URL: https://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/070301_B_3_15062021.pdf (дата обращения: 24.06.2023). – Текст : электронный.

11. Craven, J. Do Architects Have To Be Mathematicians? [Электронный ресурс] // ThoughtCo, 2018. – URL: https://www.thoughtco.com/how-much-math-be-an-architect-177477 (дата обращения: 10.03.2023). – Режим доступа свободный.

12. Resume of Prof. David Alexander. Professor of Emergency Planning and Management. Inst for Risk & Disaster Reduction. Faculty of Maths & Physical Sciences [Электронный ресурс] // Institute for Risk and Disaster Reduction. – URL: https://www.ucl.ac.uk/risk-disaster-reduction/people/prof-david-alexander (дата обращения: 10.03.2023). – Режим доступа свободный.

THE USE OF APPLIED PROBLEMS IN THE MATHEMATICAL EDUCATION OF FUTURE ARCHITECTS IN THE LIGHT OF THE COMPETENCE APPROACH

Chudina Ekaterina,
Candidate of Pedagogical Sciences,
Zhmykhova Tetiana,
Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,
Makeyevka, Russian Federation

Abstract. *The article considers the problem of strengthening the applied orientation of the mathematical component of higher architectural education in the light of increasing requirements for the professional training of an architect and the demand for the profession of an architect-engineer. The goals and objectives of studying the course of mathematics by students of the direction «Architecture», as well as competencies formed in the process of teaching mathematics, are highlighted. As a means of implementing practice-oriented methods of teaching mathematics, the most effective method for students of the Architecture direction is the practice-oriented visualization method, on the basis of which tasks for teaching aids in the discipline «Mathematics» for future architects are developed. Examples of applied tasks used in the educational process of institutions of higher professional education for the direction «Architecture» are given.*

Keywords: *future architects, higher professional education, competencies, teaching mathematics, applied tasks.*

For citation: Chudina, E., Zhmykhova, T. (2023). The use of applied problems in the mathematical education of future architects in the light of the competence approach. Didactics of Mathematics: Problems and Investigations. No. 3 (59), pp. 39–45. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.24412/2079-9152-2023-59-39-45.

Статья представлена профессором А.И. Дзундзой.
Поступила в редакцию 4.07.2023