

BIM-СӘУЛЕТ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ
BIM-TECHNOLOGIES IN ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION
BIM-TECHNOLOGIES IN ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

DOI 10.51885/1561-4212_2023_3_49

MPHTI 67.01.45

Л.В. Каменских¹, Л.Я. Мелкозёрова²Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева,
г. Усть-Каменогорск, Казахстан¹E-mail: LKamenskikh@ektu.kz*²E-mail: lmelkozerova@ektu.kzУЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНТОВ В ОВЛАДЕНИИ BIM-
ТЕХНОЛОГИЯМИ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙСӘУЛЕТ-ҚҰРЫЛЫС ШЕШІМДЕРІН ІСКЕ АСЫРУ ҮШІН BIM-ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ
МЕҢГЕРУДЕГІ СТУДЕНТТЕРДІҢ ОҚУ-ЗЕРТТЕУ ҚЫЗМЕТІEDUCATIONAL AND RESEARCH ACTIVITIES OF STUDENTS
IN MASTERING BIM-TECHNOLOGIES TO IMPLEMENT ARCHITECTURAL
AND CONSTRUCTION SOLUTIONS

Аннотация. В настоящее время строительная отрасль Казахстана ориентирована на внедрение в промышленное и гражданское строительство технологий информационного моделирования. Практика внедрения прогрессивных BIM-технологий в проектных компаниях выявила нехватку квалифицированных специалистов в этой области, что влечет за собой необходимость подготовки студентов и формирование их интереса к научным исследованиям, вовлечение молодежи в научную деятельность. Целью проведенного исследования являлся анализ литературы, освещающей проблему формирования исследовательских умений у студентов. Авторами рассмотрена научно-исследовательская деятельность, как один из эффективных путей овладения ими профессиональной компетентностью в области BIM-технологий. Предложена новая система обучения BIM технологиям на основе метода научных исследований. Приведены результаты применения данного подхода в подготовке специалистов архитектурно-строительного направления.

Ключевые слова: Информационная модель здания; BIM-технологии; научно-исследовательская деятельность, сетчатые оболочки.

Аңдатпа. Қазіргі уақытта Қазақстанның құрылыс саласы Өнеркәсіптік және азаматтық құрылысқа ақпараттық модельдеу технологияларын енгізуге бағытталған. Жобалау компанияларында прогрессивті BIM-технологияларды енгізу тәжірибесі осы салада білікті мамандардың жетіспеушілігін анықтады, бұл студенттерді даярлау және олардың ғылыми зерттеулерге деген қызығушылығын қалыптастыру, жастарды ғылыми қызметке тарту қажеттілігін тудырады. Зерттеудің мақсаты студенттердің зерттеу дағдыларын қалыптастыру мәселесін қамтитын әдебиеттерді талдау болды. Авторлар ғылыми-зерттеу қызметін BIM-технологиялар саласындағы кәсіби құзыреттілікті игерудің тиімді жолдарының бірі ретінде қарастырды. Ғылыми зерттеу әдісі негізінде BIM технологияларын оқытудың жаңа жүйесі ұсынылды. Сәулет-құрылыс бағытындағы мамандарды даярлауда осы тәсілді қолдану нәтижелері келтірілген.

Түйін сөздер: Ғимараттың ақпараттық моделі; BIM-технологиялар; ғылыми-зерттеу қызметі, торлы қабықтар

Abstract. Currently, the construction industry of Kazakhstan is focused on the introduction of information

modeling technologies in industrial and civil construction. The practice of implementation of advanced BIM-technologies in design companies has revealed a shortage of qualified specialists in this field, which entails the need to train students and the formation of their interest in scientific research, involving young people in scientific activities. The aim of the study was to analyze the literature covering the problem of developing research skills of students. The authors considered research activities as one of the effective ways of mastering professional competence in the field of BIM technologies. A new system of teaching BIM technologies on the basis of research method is proposed. The results of applying this approach in training specialists in architecture and construction are presented.

Keywords: Building information model; BIM technology; research activities, meshes construction.

Введение. Разработанная в 2017 году «Концепция внедрения технологии информационного моделирования в промышленное и гражданское строительство Республики Казахстан» поставила перед строительной отраслью новые задачи [1]. Как отмечают практики внедрения в образовательный процесс BIM-технологий Талапов В.В., Махиев Б.Е., Хапин А.В.: «Раньше цикл технологического обновления» в различных областях человеческой деятельности был довольно длинным и составлял, как правило, примерно пять лет. Но прогресс стремительно идет вперед, особенно в сфере компьютерных технологий, где сегодня он составляет примерно полтора года, причем срок продолжает уменьшаться. При этом компьютерные программы меняются не только в глубину своих возможностей, но и в ширину охвата решаемых задач, в сторону комплексности и универсальности. Идет самая настоящая гонка, когда надо успеть за внедрением всех новшеств в преподавании... Выход из создавшейся ситуации напрашивается сам – надо принципиально менять технологию преподавания. Классический подход в обучении компьютерному проектированию достиг своего потолка и тормозит его дальнейшее развитие» [2]. На наш взгляд, в современном мире чтобы быть успешным и востребованным специалист должен обладать не только классическим набором знаний, но и владеть в достаточной мере исследовательскими умениями. Его можно охарактеризовать как личность, открытую к знаниям, обладающую гибкостью методов и способов деятельности, нелинейностью мышления. Эта задача выдвигается в законах Республики Казахстан «Об образовании», «О науке», в стратегическом плане Министерства высшего образования и науки Республики Казахстан.

Внедренный в вузах страны принцип многоступенчатости образования, построенный на идеях Болонской школы изменили требования, отраженные в профессионально-образовательных стандартах. Акцент на повышении авторитета вуза как центра научной деятельности ведет к усилению научной компоненты в процессе профессионального образования. Это вызывает необходимость в создании вузовских научных школ и формировании научных коллективов. Актуальной становится задача формирования интереса студентов к научным исследованиям, вовлечение молодежи в научную деятельность и в целом, развитие студенческой науки.

Проблема формирования исследовательских умений студентов является актуальной на всех этапах развития высшей школы. Она представляла всегда и представляет сейчас одну из важных составляющих профессиональной подготовки специалиста.

Материалы и методы исследования Как показал проведенный нами анализ литературы, научных статей, монографий, диссертаций, многие исследователи предпринимают попытку осветить генезис проблемы. Отдельные аспекты можно проследить в материалах исследований А.Ш. Байтукаевой (становление и развитие научно-исследовательской работы студентов в вузах Казахстана) [11]; Б.М. Тажигуловой (исследовательский метод) [12], И.В. Афанасенковой (формирование исследовательских умений) [13].

Исследовательская деятельность позволяет студентам в области изучаемых дисциплин приобрести не только глубокие и профессиональные знания, но и само её содержание

становится источником нового опыта. Таким образом, вовлечение студентов в научно-исследовательскую работу является одним из эффективных путей овладения ими профессиональной компетентностью в целом. В работах А.М. Новикова [14] указывается на связь исследовательских компетенций со способностью к решению не только научных, профессиональных задач, но и жизненных проблем, с которыми встречается человек. А.А. Петрусевич [3] выделяет следующие компетенции, «характеризующие собственную научно-исследовательскую деятельность»:

- умение планировать и осуществлять эксперимент в рамках своей научной специальности и преподаваемой дисциплины в вузе;
- владеть умениями мониторинга процесса экспериментальной работы;
- владеть навыками представления результатов научной работы;
- умения статистической обработки результатов изучения различных явлений в ходе экспериментальной деятельности;
- умения, связанные с созданием научного труда: статья, монография, диссертация и пр.;
- владение умениями интерпретации результатов научно-исследовательской деятельности.

Самые распространенные формы студенческих научно-исследовательских работ – это рефераты, эссе, проекты, курсовые и дипломные работы, научно-практические конференции, конкурсы.

Одной из традиционных форм построения учебного процесса является проект. Мы считаем, что именно через проект может быть осуществлено начальное вхождение в учебную исследовательскую деятельность и успешное овладение BIM- технологиями. В условиях проблемно-сфокусированной познавательной деятельности и возникает научная методичность мышления, которая свойственна методу научных исследований.

Решая познавательную проблему, имеющую научный статус, студент обретает методическое сознание научного типа, т.е. он, как говорит А.В. Леонтович, получает «возможность осваивать не суммы готовых знаний, а методы освоения новых знаний» [15]. Несомненно, задачи научно-исследовательского проекта должны быть приближены максимально к реальным условиям.

Результаты и их обсуждения. В качестве примера рассмотрим студенческий научно-исследовательский проект, выполненный на тему: «Применение BIM-технологий для реализации архитектурно-строительных решений на примере научно-исследовательского комплекса».

Цель исследования: для использования сетчатых конструкций в информационной модели, создать семейство панелей, с целью проверки вариативности форм и размеров, сочетающих в себе эффективность и эстетичность.

Задачи исследования:

1. На основе знакомства с концепцией информационного моделирования зданий (BIM) изучить информацию о сетчатых конструкциях, историю их разработок и предпосылки для применения, обзор основных тенденции при проектировании атриума и геодезического купола;
2. Рассмотреть варианты внедрения сетчатых оболочек в строительстве;
3. Создать семейство плит для сетчатых конструкций с целью дальнейшей корректировки форм и размеров информационной модели атриума и геодезического купола;
4. Создать информационную модель научно-исследовательского центра, в состав которого входит атриум и геодезический купол;

5. Овладеть умениями интерпретации результатов научно-исследовательской деятельности, представив работу на республиканский конкурс студенческих работ.

Исходные данные: Проектируемый объект – информационная модель научно-исследовательского комплекса. Предполагаемый район строительства – город Усть-Каменогорск.

Объемно-планировочное решение: Размер здания в осях – 57×24 м. Здание трехэтажное: высота этажа 3 м, высота здания – 14,5 м (Рис. 1).



Рисунок 1. Название рисунка Информационная модель отображает объемно-планировочное решение

Несущий каркас имеет достаточную прочность и обеспечивает пространственную жесткость и устойчивость здания, тогда как ограждающие конструкции должны обладать стойкостью против атмосферных и других физико-химических воздействий, а также достаточными тепло- и звукоизоляционными свойствами. Автором проекта использовалась система информационного моделирования Autodesk Revit 2021.

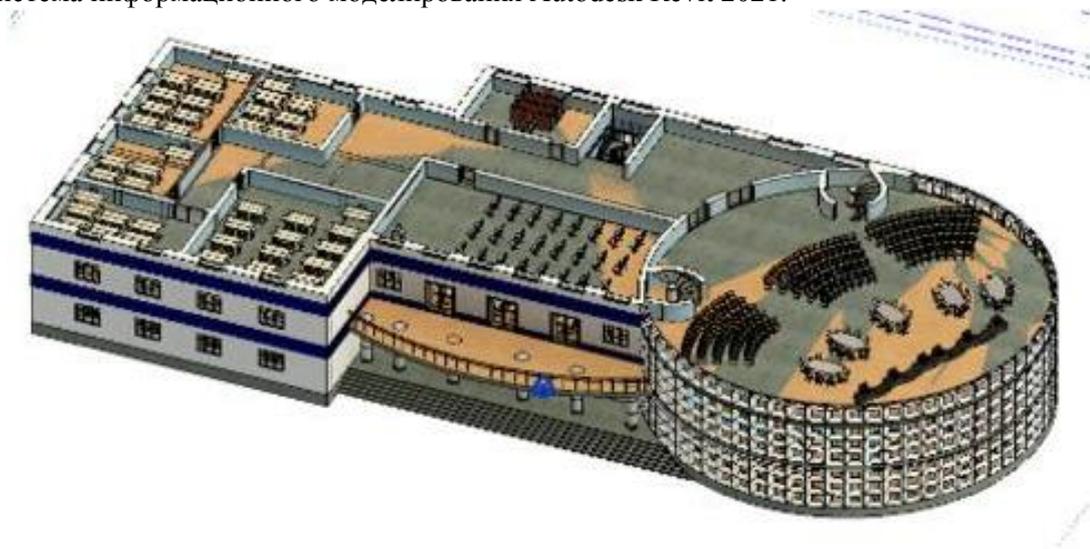


Рисунок 2. Название рисунка Информационная модель здания на основе конструктивного решения

Данный программный комплекс является наиболее распространенным и доступным, универсальным и позволяет разрабатывать в единой среде архитектурные и конструктивные решения здания.

Архитектурные элементы:

Атриум – это двор или крытое пространство общественного назначения, как правило, развитое в вертикальном направлении. Атриумы создают в здании «чувство свободного пространства и света», они являются идеальным местом встреч, отдыха, устройства предприятий обслуживания, выставочных пространств и таким образом придают зданию дополнительные функциональные качества. Идея атриума далеко не нова и ведет свою историю со времен Месопотамии, XII веке до н.э. В наше время можно с уверенностью сказать, что атриум является одним из передовых тенденций в мировой архитектуре в проектировании пространства. В зданиях с атриумами можно увидеть альтернативный принцип организации пространства, который придает архитектуре иное качество, делает ее величественной и привлекательной, при этом эффективной и экономичной.

Геодезический купол – сооружение необычной формы, с оригинальным дизайном. Конструкция имеет каркас в виде сферы, площадь которых разбита на треугольники. Их стороны располагаются строго по геодезическим линиям. В данном проекте геодезический купол выполняет роль теплицы или зимнего сада.

Структура купола состоит из стержневых и узловых элементов. Стержень представляет собой трубу круглого или квадратного сечения. Он крепится к узловому элементу или, как его называют, коннектору.

В соединении узловой элемент представляет собой сточенный цилиндр, который со стороны каждого стержня имеет на этих плоскостях резьбовое отверстие. Для присоединения к коннектору на концах трубчатых стержней предусмотрены конические наконечники с вставным болтом и муфтой. Вращением муфты болт ввинчивается в отверстие узла (Рис. 3).

Сетчатая оболочка – решетчатая несущая конструкция с криволинейной поверхностью, позволяющая перекрывать большие помещения без внутренних опор. Такие конструкции используются в качестве перекрытий, башен-оболочек и в сложных сетчатых архитектурных объектах. Несущие сетчатые оболочки могут выполняться из металлов, композиционных материалов и древесины.

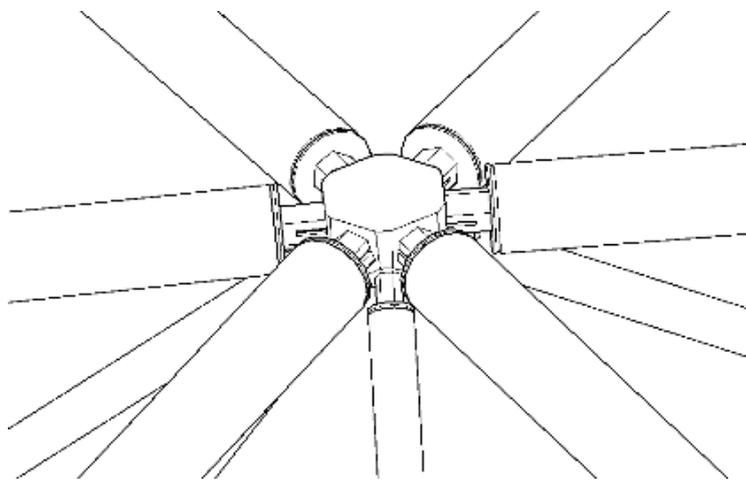


Рисунок 3. Соединение узлового и стержневых элементов в геодезическом куполе

В процессе создания проекта студенткой были изучена научная литература об особенностях использования сетчатых оболочек, в том числе из зарубежных источников [8]. Проводился анализ информации, в частности уделялось внимание решениям, дающим большую свободу для реализации сложных форм в современном строительстве [9].

Особое внимание уделялось несущим конструкциям сетчатых оболочек на основе модульной системы «Diagrid», создающей любую кривизну поверхности (рис. 4).



Рисунок 4. Здание с фасадом, выполненным в системе «Diagrid»

Анализ показал, что концепция несущей системы «Diagrid» представляет собой внешнюю сетчатую систему «Diagrid», связанную с внутренними несущими конструкциями горизонтальной диафрагмой. Внутренние конструкции также могут выполняться в виде системы «Diagrid» [10].

Изучение концепции ее основных элементов и их назначения послужило мотивацией для создания собственного семейства панелей в системе Autodesk Revit.

Контекстные семейства – это группы уникальных элементов: например, элементы фасада. Они создаются для конкретного проекта и не предполагают повторного использования. Путем практической проверки вариантов формообразующей, была выбрана трапециевидная форма (рис. 5).



Рисунок 5. Визуализация сетчатой конструкции

Процесс создания семейств сетчатых конструкций проходит в несколько этапов. Первым этапом создается отдельный элемент для конструкции. После чего создается каркас стены, которая разбивается на ячейки нужного размера, в них располагаются узлы для присоединения элементов (рис. 6).

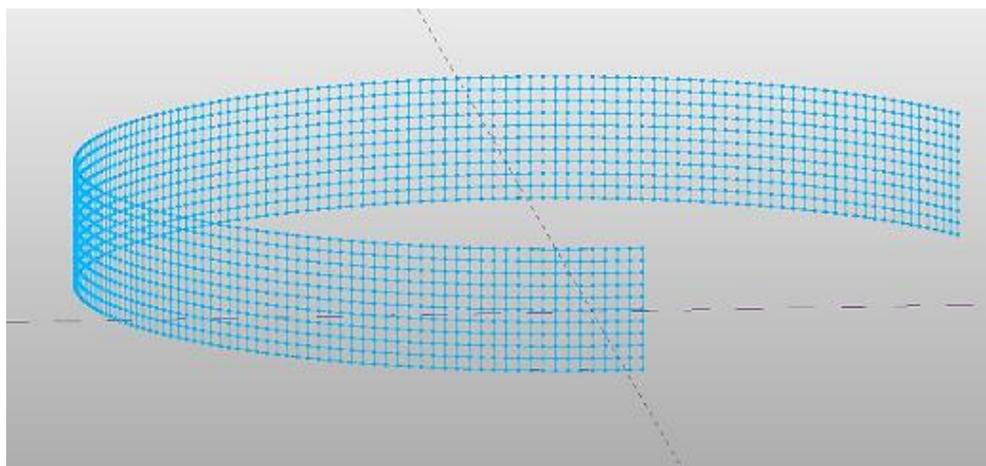


Рисунок 6. Узлы проектируемого элемента

Заключительным этапом является построение элемента. Ранее созданная трапециевидная конструкция присоединяется на узлы к каркасу стены.

Работа с семействами необходима для обучающихся не только по причине наглядности. Она показывает логику BIM-технологий, каждый проект с использованием самостоятельно разработанных семейств является уникальным.

Основные результаты научно-исследовательской работы:

- при создании семейства панелей для сетчатых конструкций многократно выверялись типоразмеры и форма панелей, для поиска наиболее оптимального варианта;
- изучение и анализ способов создания сетчатых конструкций в информационной модели.

Практическая значимость научно-исследовательской работы состоит в том, что

технологии информационного моделирования зданий и сооружений, обогащенные новыми научными практическими знаниями выбранной отрасли, представляют собой перспективу для внедрения в проектную практику.

Данный проект представлен на Республиканский конкурс и награжден призовым местом. Организация и проведение научно-практических конференций, конкурсов студенческих работ по теме информационного моделирования на базе учебных заведений играет важную роль в развитии BIM-образования. Целью подобных мероприятий являются обзоры современных достижений и обмен опытом в области BIM-моделирования применительно к вопросам проектирования, строительства и эксплуатации зданий, а также образования, нормативно-правовой базы и экономических аспектов вопроса.

Заключение

1. Предложенная система обучения методом научных исследований показала, что обучение проходит как исследование, главное в котором познавательное развитие, а не репродукция знаний.

2. НИРС является одной из форм учебного процесса, в котором наиболее удачно сочетаются обучение и практика. В рамках научной работы студент сначала приобретает первые навыки исследовательской работы, затем начинает воплощать приобретенные теоретические знания в исследованиях, так или иначе связанных с практикой. В конце этого процесса приобретаются компетенции, позволяющие принимать участие в научных конференциях, конкурсах и т.д.

3. НИРС требует большого внимания и компетенций самого научного руководителя.

Список литературы

1. Татыгулов А. А., Жаманкулов А. М., Гизатулина А. Ш. Уровень развития и применения BIM-технологий в компаниях проектно-изыскательской отрасли Республики Казахстан. – Вестник НИА РК, Алматы, 2020, №4 (78). – 100-106 с
2. Талапов В.В., Махиев Б.Е., Хапин А.В. Послесловие к BIM форуму: кого и кому учить BIM-технологиям проектирования // Вестник ВКТУ. 2019. – № 4. – С. 157-160.
3. Петрусевич А.А. Проектирование современной модели исследовательской компетенции преподавателя высшей школы// Білім- Образование. – 2020. – № 3. – С.22-28.
4. Хейфец А.К. 3D модели и алгоритмы компьютерной параметризации при решении задач конструктивной геометрии (на некоторых исторических примерах) // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – Vol. 16. – No. 2, 2016. – Pp. 24-42
5. Total design for the Canton Tower - Arup // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.arup.com/projects/guangzhou-tv-tower/> (дата обращения: 13.10.2021).
6. Khushbu Jani Patesh V. Pate Analysis and Design of Diagrid Structural System for High Rise Steel Buildings © 2013 The Authors Published by Elsevier Ltd
7. Srisangeerthan S., Hashemi M.J., Rajeev P., et al., Review of performance requirements for inter-module connections in multi-story modular buildings. Build J., 2020 г. – 28 p.
8. Goldobina L.A. [Experience in the Implementation of BIM Technologies in the Preparation of Bachelors in the Direction 08.03.01 “Construction”]. BIM-modelirovanie v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [BIM-Modeling in Construction and Architecture: Materials of the Russian Scientific-practical Conference]. 2018, pp. 217–222. (in Russ.)
9. Moon K.S. Structural Design and Construction of Complex-Shaped tall buildings. International Journal of Engineering and Technology. 2015. Vol. 7. No.1. pp. 30-35.
10. Космодемьянов В.А. Обзор сетчатой несущей конструкции – системы DIAGRID, Инженерный вестник Дона, 2021.

Дополнительная литература

11. Байтукаева А.Ш. Становление и развитие научно-исследовательской работы студентов в

- системе высшего образования Казахстана: Дис. канд.педагог. наук. – Алматы, 2002. – 126 с.
12. Тажигулова Б.М. Исследовательский метод: новое прочтение//Вестник КазНУ. Серия «Педагогические науки». – 2001. – № 6. – С. 58-61.
 13. Афанасенкова И.В. Формирование исследовательских умений студентов-химиков: Монография. – Усть-Каменогорск: Издательство ВКГУ им. С. Аманжолова. 2012. – 167 с.
 14. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. – М.: Либроком, 2010. – 280 с.
 15. Леонтович А.В. Исследование как основа построения образовательной деятельности // Исследовательская деятельность учащихся: Сборник статей. – М. : Издание МГДД(Ю)Т, 2003.

References

1. Tatygulov A.A., Zhamankulov A.M., Gizatulina A. Sh. The level of development and application of BIM-technologies in the companies of the design and survey industry of the Republic of Kazakhstan. – Bulletin of NIA RK, Almaty, 2020. – № 4 (78). – 100-106 p.
2. Talapov V.V., Makhiev B.E., Khapin A.V. Afterword to the BIM Forum: who and whom to teach BIM design technologies// VKTU Bulletin. 2019. – № 4. – Pp.157-160.
3. Petrusevich A.A. Designing a modern model of research competence of a higher school teacher//Bilim Education. – 2020. – № 3. – С. 22-28
4. Heifetz A.K. 3D models and algorithms of computer parametrization when solving problems of constructive geometry (some historical examples) // Bulletin of SUSU. Series "Computer technologies, control, radioelectronics", Vol. 16. – No. 2. – 2016. – Pp. 24-42
5. Total design for the Canton Tower – Arup // [Electronic resource]. URL: <https://www.arup.com/projects/guangzhou-tv-tower/> (accessed 13.10.2021).
6. Khushbu Jani Paresh V. Pate Analysis and Design of Diagrid Structural System for High Rise Steel Buildings © 2013 The Authors Published by Elsevier Ltd
7. Srisangeerthan S., Hashemi M.J., Rajeev P., et al., Review of performance requirements for inter-module connections in multi-story modular buildings. Build J., 2020. – 28 p.
8. Goldobina L.A.. [Experience in the Implementation of BIM Technologies in the Preparation of Bachelors in the Direction 08.03.01 "Construction"]. BIM-modelirovanie v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury:materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [BIM-Modeling in Construction andArchitecture: Materials of the Russian Scientific-practical Conference]. 2018. – Pp. 217-222. (in Russ.).
9. Moon K.S. Structural Design and Construction of Complex-Shaped tall buildings. International Journal of Engineering and Technology. – 2015. – Vol. 7. – No.1. – Pp. 30-35.
10. Kosmodemyanov V A Obzor setchatoi nesychei konstruksii- sistemy DIAGRID, Injineriniy vestnik Dona, 2021.

Additional literature

11. Baitukaeva A.Sh. Formation and development of research work of students in the system of higher education in Kazakhstan: Cand. pedagogical sciences. – Almaty, 2002. – 126 p.
 12. Tazhigulova B.M. Research method: a new reading // Bulletin of Kazakh National University, Pedagogical Sciences Series -2001, -'6. – Pp. 58-61.
 13. Afanasenkova I.V. The formation of research skills of students-chemists:Monograph.- Ust-Kamenogorsk: Publishing house of EKSU named after S. Amanzholov. – 2012. – 167 с.
 14. Novikov A.M., Novikov D.A. Methodology of Scientific Research. – М.: Librocom, 2010. – 280 p.
 15. Leontovich A.V. Research as the basis for building educational activity // Research activity of students: Collection of articles. M. Publication of MGDD(Y)T, 2003.
-
-