

А.Ж. Жусупбеков¹, И.А. Дхомане^{2*}

¹ Евразийский национальный университет им Л.Н. Гумилёва, г. Нур-Султан, Казахстан

² Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, Казахстан

Информация об авторах:

Жусупбеков Аскар Жагпарович – доктор технических наук, профессор, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва, г. Нур-Султан, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0003-2229-1059>, e-mail: astana-geostroi@mail.ru

Дхомане Инесса Анатольевна – докторант кафедры «Архитектура и дизайн», Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Нур-Султан, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-5080-6972>, e-mail: idthomane@mail.ru

РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ БИОНИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ ПОСРЕДСТВОМ КОМПЬЮТЕРНОГО ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. В данной статье проанализирован процесс создания архитектурного проекта от начальной стадии цифрового моделирования до последующего воплощения в жизнь посредством новейших технологий в области строительства. Особое внимание уделено обзору программной среды *Rhino* для реализации архитектурных проектов, в основе которых лежит нестандартное формообразование в бионическом стиле. Описан сравнительный анализ программных платформ, относящихся к BIM-моделированию и NURBS-моделированию. Показаны способы реализации проектов в стиле биотек посредством интеграции программ *Rhino* и *Revit*.

Ключевые слова: стиль биотек, формообразование, BIM, Revit, NURBS-моделирование, *Rhino*.

Введение

В современной архитектуре философия биотек реализуется во многих проектах ведущих архитекторов мира. Здания в стиле бионика олицетворяют успешность и благополучие человека, его связь с природными процессами [1]. Они ярко контрастируют на фоне общей серой массы городов. Здесь следует отметить и низкий уровень экологической ситуации, преследующий крупные мегаполисы и индустриальные города. Принцип бионического стиля в некотором смысле конфликтует на фоне привычного глазу техногенного городского пространства с четкими геометрическими линиями, так как имеет нестандартные замысловатые изгибы и плавные органические формы в архитектурных строениях. Для реализации такого рода проектов необходим особый, индивидуальный подход не только в строительных технологиях и выборе материалов. На стадии проектирования архитекторам, дизайнерам, проектировщикам необходимо специализированное программное обеспечение, дающее возможность параметрического моделирования и построения свободных архитектурных форм посредством контурных изгибов.

Большинство проектов современных архитектурных бюро таких, как Заха Хадид Архитект, Хезервик Студио, MAD Архитект и другие, в основе проектов которых вложены именно текущие бионические формы. Все эти проекты тесно взаимосвязаны с параметрическим моделированием, в последующем реализующиеся нестандартными подходами в строительстве. Данное направление с развитием строительных технологий в области 3d печати и новейших строительных композитных материалов взяло резкий скачок в развитии архитектуры (рис. 1). Соответственно современному архитектору и дизайнеру необходимы специализированные знания и выбор необходимой программной вычислительной платформы, в лучшем случае, не ограничиваясь одной или двумя.



Рисунок 1 – Свободное формообразование в современной архитектуре:

- а) проект библиотеки на острове Хайнань, бюро MAD Architecture;
б) центр Гейдара Алиева в Баку, Zaha Hadid Studio; в) павильон Порше в Вальтсбурге, HENN; г) футуристичный дом в Подмосковье, архитектурное бюро Niko

[Источники: <https://www.liveinternet.ru/users/2864003/post474371560/>,
<https://museum-design.ru/wp-content/uploads/Izvestnie-lichnosti-16.jpg>, <https://archello.com/>,
<https://www.interior.ru/contests/2-russian-project-2019/8-arch/852>]

Материалы и методы

Проанализируем процесс реализации от формообразования до воплощения архитектурного проекта под названием «Стрэйтас Бридж» (Striatus Bridge), проект, созданный Block Research Group (BRG) и Zaha Hadid Architects Computation and Design Group (ZHACODE) (рис. 2) [2].

При создании данного проекта использовались передовые технологии от компьютерного моделирования и инженерии до роботизированного производства. Посредством компьютерного параметрического моделирования удалось создать, а затем воплотить мост, в основе конструкции которого лежит неармированный, соответствующий всем экологическим параметрам, бетон (рис. 3). Строительные блоки моста реализовывались при помощи 3d печати, основой материала которого является сам бетон [3]. Новое поколение 3d печати в строи-

тельстве наполнителем-материалом, основой которого является бетон в комбинации с арочной конструкцией и особой кладкой различных нестандартных блоков моста, что позволяет наиболее эффективно использовать полученные компоненты без какого-либо армирования или дополнительного растяжения материала элементов моста в последующем (рис. 4).



Рисунок 2 – Стрэйтас Бридж (Striatum Bridge), Венеция, Италия
[Источник: <https://www.archdaily.com/965324/striatus-bridge-zaha-hadid-architects-plus-block-research-group>]

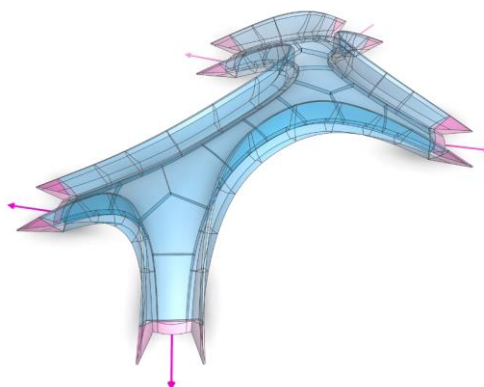


Рисунок 3 – Программное прототипирование и расчет нагрузки на конструктивные части моста [Источник: <https://www.striatusbridge.com>]

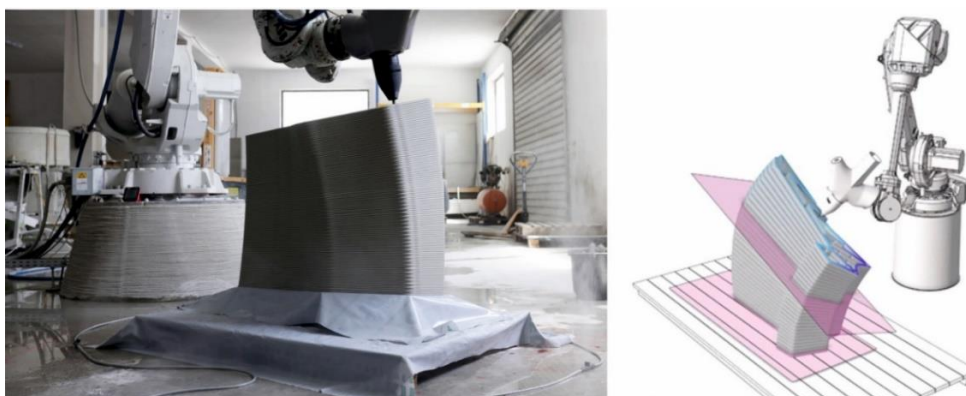


Рисунок 4 – 3d печать строительных блоков моста Striatum Bridge
[Источник: <https://www.striatusbridge.com>]

Воплощение точного изготовления блоков моста стало возможным благодаря совместной разработке команды в программном обеспечении COMPAS. Эта вычислительная платформа с открытым фреймворком для сотрудничества и исследований в области архитектуры, проектирования и строительства позволила беспрепятственно взаимодействовать между ключевыми участниками проекта, работающими вместе в пяти разных странах, в рамках очень плотного графика и бюджета, в то время, когда путешествие было невозможно.

При реализации высотного здания «Аква» (Aqua Tower) студией Ганг в Чикаго проводились расчеты и компьютерное информационное моделирование данного проекта на этапе замысла и макетирования. Например, чтобы просчитать балконы более комфортными при различных сезонах и сменах погоды, команда разработчиков в течение года изучала направление ветра и с помощью цифрового моделирования просчитали и добились эффекта того, чтобы формы балконов разбивали и перенаправляли ветер. В итоге данных просчетов и воплощения проекта внутренний микроклимат балконов комфортен и защищен от ветра (рис. 5).

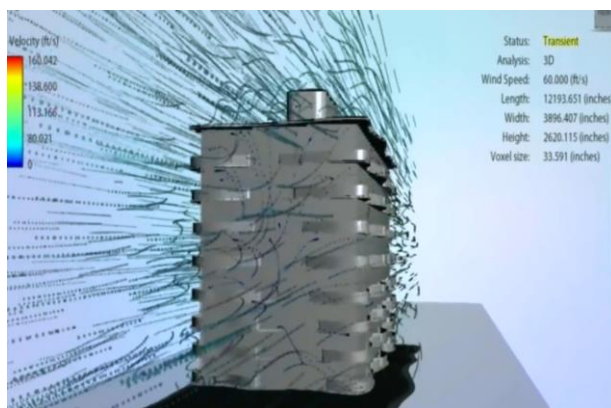


Рисунок 5 – Цифровое моделирование направления ветрового потока для просчета формообразования и микроклимата балконов [Источник: https://youtu.be/E_fB_s_TC5k]

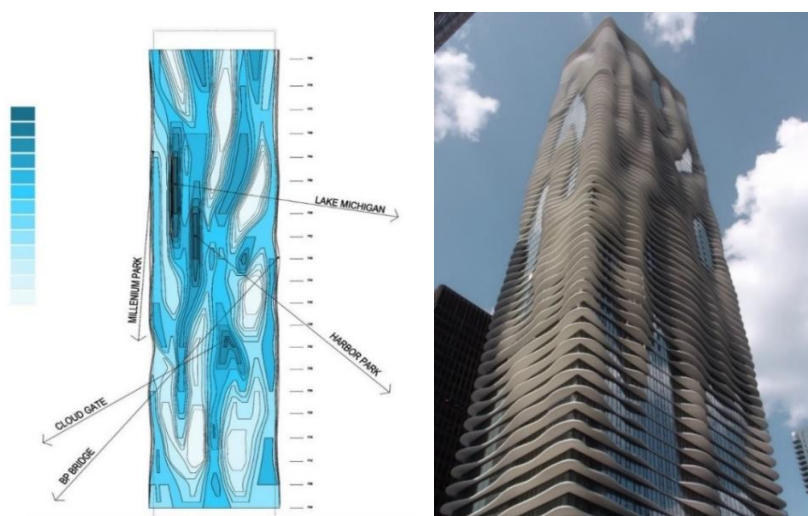


Рисунок 6 – Моделирование топографии поверхности Чикагского ландшафта на высотном жилом здании Aqua [Источник: https://youtu.be/E_fB_s_TC5k]

На фасаде этого здания воспроизведен местный ландшафт и озёра, где окна играют роль воды. Остальные части окон, благодаря которым, дается акцент на «окна-озера» умело скрыты удлиненными неровными выступами фасада (рис. 6). Изогнутые, волнистые балконы и оконные стекла создают для фасада структуру складчатого занавеса или ряби на воде. У окон сине-зеленый оттенок, неотличимый от цвета водной глади. Использование консольных щитов в оформлении здания позволяет защищаться от летнего солнца, но не блокировать свет зимой, а светлая окраска фасадов снижает уровень нагрева небоскреба [4].

Результаты и обсуждение

Особое внимание хочется уделить именно формообразованию архитектурных бионических форм посредством компьютерного моделирования на стадии проектирования.

В последнее десятилетие высоко ценятся возможности BIM программ (Building Information Modelling – Информационное моделирование зданий). Данные программы дают возможность комплексного проектирования: от предпроектного анализа до подготовки документации сметных работ. Возможен предварительный просчет износостойкости, конструктивных особенностей элементов зданий и сооружений, а также всего строения в целом, в течение жизненного цикла здания [2]. Следует отметить экономию времени на подготовку визуального представления будущего проекта заказчиком.

Архитектурным бюро, команде разработчиков, специализирующимся в проектах, основанных на бионическом стилеобразовании такого рода технологий, также необходимы на стадии проектирования цифровые реализации будущего проекта.

Выше рассмотрена реализация подобного архитектурного проекта на платформе COMPAS. В архитектуре стиля биотек каждый последующий проект не имеет ничего общего с предыдущим, все они разнообразны настолько, насколько природа дает нам биоразнообразие органических форм и видение архитектора и дизайнера дает воплощение этих форм. Поэтому процесс создания и поиска архитектурных форм в цифровом формате не должен ограничиваться рамками одного программного обеспечения.

Для реализации проектов в бионическом стиле необходимы способы моделирования, которые можно сгруппировать в три направления: сплайновое моделирование, моделирование при помощи сетчатых оболочек и NURBS-моделирование. По сути, с данными тремя типами моделирования прекрасно справляется широко используемая программа 3ds Max. Но итоговый продукт, созданный в рамках этой программы, предназначен только для эффектного визуального представления будущего проекта.

Программный продукт Rhinoceros, наоборот, рассчитан именно на работе с NURBS, вкуче с плагином для всевозможных вычислений Grasshopper, позволяет моделировать сложнейшие параметрические формы, которые невозможно осуществить в других графических программах. При помощи плагина Grass-

hooper с имеющимся макетом-прототипом в Rhino можно создать симуляцию того, каким образом цифровой двойник будущего проекта будет взаимодействовать с окружающей средой. Такая интерактивность позволяет в разы экономить время. Rhinoceros легко интегрируется как с программами 3ds моделирования, так и с программами BIM, что дает возможность в последующем вести дальнейший проект по расчету конструкций, материалов и т.д.

Аббревиатура NURBS расшифровывается как Non Uniform Rational Bezier Spline, то есть неоднородный рациональный сплайн Безье. Принцип создания объектов в Rhinoceros заключается в том, что создается каркас из сплайновой геометрии, на которую затем натягивается оболочка (рис. 7). За счет NURBS моделирования Rhino дает полную свободу формообразования. Вторым бенефит – это высокая точность моделирования в данной программе. Следует сказать, что этот программный пакет широко используется в сфере ювелирного изделия и дизайна, но, тем не менее, эта программа популярна и в отрасли кораблестроения и аэрокосмической индустрии [5].

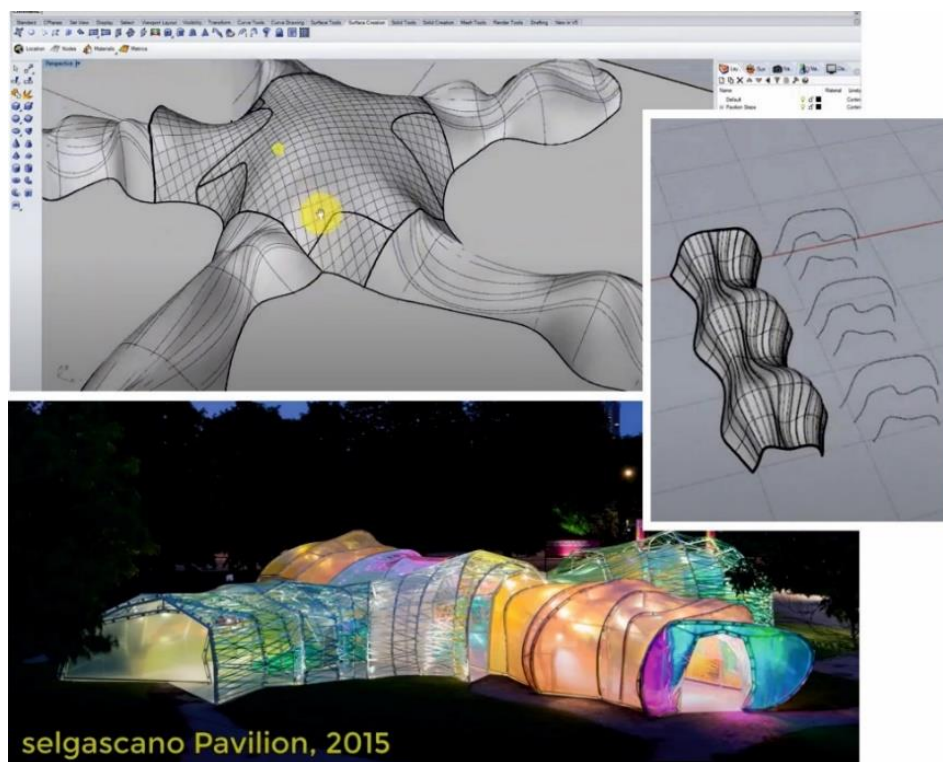


Рисунок 7 – Моделирование павильона Selgascano при помощи сплайновой геометрии в программе Rhinoceros [Источник: https://youtu.be/lmrf_VqTn0Y]

Rhinoceros гибко взаимодействует со многими программами проектирования. С технической точки зрения, надстройка для Revit, которая загружает Rhino и его плагины (например, Grasshopper) в память Revit, как и любые другие надстройки. Фактически предоставляется набор инструментов для преодоления разрыва между моделированием произвольной формы в Rhino и миром BIM, открывая богатую систему Grasshopper для среды Revit, что дает совершенно новые рабочие процессы и возможности проектирования.

Заклучение

В наше время различные программные платформы дают возможность всем участникам, работающим над проектом, даже не соприкасаясь друг с другом, взаимодействовать из разных точек мира. Поэтому на сегодняшний день очень востребованы графические программы с открытым фрэймворком и общим доступом. На территории Казахстана высоко востребована платформа BIM моделирования Autodesk Revit, в рамках которой все участники работают над одним и тем же проектом. Программа параметрического моделирования Rhinoceros всё еще не приобрела такой популярности. Но в ближайшем будущем с широким распространением современных технологий в строительстве эта программа будет незаменимым инструментом для архитектурных бюро и проектных организаций, которые специализируются на создании бионической архитектуры.

Литература:

1. Смирнова А. Бионическая архитектура и дизайн: как природа соединяется с технологиями [Электронный ресурс] – URL: <https://avaho.ru/articles/remont/bionicheskaya-arhitektura-i-dizayn-kak-priroda-soedinyetsya-s-tehnologiyami.html> (дата обращения: 18.12.2021).
2. Paula Pintos. Striatus Bridge / Zaha Hadid Architects + Block Research Group [Электронный ресурс] – URL: <https://www.archdaily.com/965324/striatus-bridge-zaha-hadid-architects-plus-block-research-group> (дата обращения: 18.12.2021).
3. Лунева Д.А., Кожевникова Е.О., Калошина С.В. Применение 3D-печати в строительстве и перспективы ее развития. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2017, 8(1), 90-101. DOI: 10.15593/2224-9826/2017.1.08 4.0 (дата обращения: 18.12.2021). (in Russ.)
2. Paula Pintos. Striatus Bridge / Zaha Hadid Architects + Block Research Group [Electronic resource] – URL: <https://www.archdaily.com/965324/striatus-bridge-zaha-hadid-architects-plus-block-research-group> (дата обращения: 18.12.2021). (in Russ.)
3. Luneva D.A., Kozhevnikova E.O., Kaloshina S.V. Application and prospects of 3D printing in construction activities. Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Construction and Architecture. 2017. Vol. 8, no. 1. Pp. 90-101. DOI: 10.15593/2224-9826/2017.1.08. (in Russ.)
4. [Electronic resource] – URL: <https://studiogang.com/project/aqua-tower> (дата обращения: 18.12.2021). (in Eng.)
5. Chegodaeva M.A. Etapy formirovaniya i perspektivy razvitiya BIM-technologiy [Stages of formation and development prospects of BIM technologies] Molodoi uchyonyi= Young scientist. 2017, 10(144), 105-108. (in Russ.)

А.Ж. Жусупбеков¹, И.А. Дхомане^{2*}

¹Л.Н. Гумилёв атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

²С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Авторлар жайлы ақпарат:

Жусупбеков Аскар Жагпарович – техника ғылымдарының докторы, профессор, Л.Н. Гумилёв атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0003-2229-1059>, e-mail: astana-geostroi@mail.ru

Дхомане Инесса Анатольевна – Сәулет және дизайн кафедрасының докторанты, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0002-5080-6972>, e-mail: idthomane@mail.ru

КОМПЬЮТЕРЛІК ШАМАЛАРДЫ СҮЛБАЛАУ АРҚЫЛЫ БИНИКАЛЫҚ СӘУЛЕТТІҢ ТҰЖЫРЫМДАМАЛЫҚ ҚАЛЫПТАСУЫН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ

Андатпа. Бұл мақалада құрылыс саласындағы жаңа технологиялар арқылы цифрлық модельдеудің бастапқы кезеңінен бастап кейінгі өмірге дейінгі жобаны құру процесі талданады. Бионикалық стильде стандартты емес қалыптауға негізделген сәулеттік жобаларды жүзеге асыруға арналған Rhinoceros бағдарламалық ортасын шолуға ерекше назар аударылады. BIM-модельдеуге және NURBS-модельдеуге қатысты бағдарламалық платформалардың салыстырмалы талдауы сипатталған. Rhinoceros және Revit бағдарламаларын біріктіру арқылы биотек стиліндегі жобаларды іске асыру жолдары көрсетілген.

Түйін сөздер: биотек стилі, еркін қалыптастыру, BIM, Revit, NURBS сұлбалау, Rhinoceros.

A. Zhusupbekov¹, I. Dhomane^{2*}

¹ L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

² Kazakh Agro Technical University named after S. Seifullin, Nur-Sultan, Kazakhstan

Information about authors:

Askar Zhussupbekov – Doctor of Technical Sciences, Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0003-2229-1059>, e-mail: astana-geostroi@mail.ru

Inessa Dhomane – doctoral student of the Department of Architecture and Design, Kazakh Agro Technical University named after S. Seifullin, Nur-Sultan, Kazakhstan.

<https://orcid.org/0000-0002-5080-6972>, e-mail: idhomane@mail.ru

IMPLEMENTATION OF BIONIC ARCHITECTURE CONCEPTUAL FORMATION USING COMPUTER PARAMETRIC SIMULATION

Abstract. This article analyzes the process of creating a project from the initial stage of digital modeling to its subsequent implementation, using the latest technologies in the field of construction. Particular attention is paid to an overview of the Rhinoceros software environment for the implementation of architectural projects, which are based on non-standard shaping in the bionic style. The comparative analysis of software platforms related to BIM-modeling and NURBS-modeling is described. Shows methods for the implementation of projects in the style of biotech, through the integration of programs Rhinoceros and Revit.

Keywords: biotech style, bionics, free shaping, BIM, Revit, NURBS modeling, Rhinoceros.