

9. Седова, Е.Н. Моделирование стоимости вторичного жилья на региональном рынке: пространственный подход / Е. Н. Седова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2014. – № 14(175). – С. 458-464.
10. Носков С.И. Применение функции риска для модельного описания колебания цен на рынке недвижимости / С. И. Носков, А. А. Хоняков // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2021. – № 3(37). – С. 77-82. – DOI 10.52684/2312-3702-2021-37-3-77-82.
11. Носков, С.И. Дискретная модель жилищного строительства в Российской Федерации / С. И. Носков, А. А. Бутин // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2021. – № 2(36). – С. 87-89. – DOI 10.52684/2312-3702-2021-36-2-87-89.
12. Федеральное агентство по туризму [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tourism.gov.ru/regions/?fedok=&freg=243>.
13. Иркутская область: официальный портал [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://irkobl.ru/region/>.
14. Носков, С.И. Метод максимальной согласованности в регрессионном анализе / С. И. Носков // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 10. – С. 380-385. – DOI 10.24412/2071-6168-2021-10-380-386.
15. Носков, С.И. Обобщенный критерий согласованности поведения в регрессионном анализе / С. И. Носков // Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами. – 2018. – № 1(1). – С. 14-20.
16. Носков, С.И. Оценка параметров линейной регрессии посредством максимизации числа совпадений знаков приращений фактических и расчетных значений зависимой переменной / С. И. Носков // Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами. – 2021. – № 2(10). – С. 109-111. – DOI 10.26731/2658-3704.2021.2(10).109-111.
17. Носков, С.И. Применение непрерывного критерия согласованности поведения при построении регрессионных моделей / С. И. Носков // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 6. – С. 74-78. – DOI 10.24412/2071-6168-2021-6-74-78.
18. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13205>.

© С. И. Носков, Ю. А. Бычков

**Ссылка для цитирования:**

Носков С. И., Бычков Ю. А. Применение метода максимальной согласованности для построения многофакторной регрессионной модели ввода жилья на региональном уровне // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 2 (40). С. 122-126.

УДК 004.94:004.92:69:72:004

DOI 10.52684/2312-3702-2022-40-2-126-130

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GRASSHOPPER, RHINO И ARCHICAD

*К. А. Шумилов, Ю. А. Гурьева*

**Шумилов Константин Августович**, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, тел. +7(931)224-89-50; e-mail: shkas@mail.ru;

**Гурьева Юлиана Александровна**, кандидат технических наук, доцент кафедры начертательной геометрии и инженерной графики, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, тел.: +7-921-367-44-75; e-mail: Yual2017@mail.ru

В статье представлены результаты исследования возможностей использования связки Grasshopper-Rhino-Archicad для моделирования сложных архитектурных форм при BIM-проектировании на примере нескольких объектов, таких, как Параметрическая кирпичная стена, Малая архитектурная форма, Беседка. Произведён подбор наиболее подходящих узлов (нодов), модификаторов и их связок для каждого из рассматриваемых сложных архитектурных объектов. Представлены наиболее рациональные и оптимизированные скрипты для параметрического моделирования представленных в качестве примеров объектов. Приведены фрагменты этих скриптов с подробным описанием логики и функционала их построения. Кратко описаны возможности основных программ для визуального (параметрического) программирования, взаимодействующие с платформами Nemetschek (PARAM-O и Rhino-Grasshopper для Graphisoft ArchiCAD) и Dynamo для Autodesk Revit.

**Ключевые слова:** BIM, параметрическое программирование, PARAM-O, Rhinoceros, Grasshopper, ArchiCAD, Dynamo, Revit.

## MODELING COMPLEX ARCHITECTURAL OBJECTS USING GRASSHOPPER, RHINO AND ARCHICAD

*K. A. Shumilov, Yu. A. Guryeva*

**Shumilov Konstantin Avgustovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Information Technologies, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russian Federation, phone: +7(931)224-89-50; e-mail: shkas@mail.ru;

**Guryeva Yuliana Aleksandrovna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Descriptive Geometry and Engineering Graphics, St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russian Federation, phone: +7-921-367-44-75; e-mail: Yual2017@mail.ru

The article presents the results of a study of the possibility of using the Grasshopper-Rhino-Archicad bundle for modeling complex architectural forms in BIM design using the example of the objects presented in the article. The selection of the most suitable modifiers and their bindings for each of the considered complex architectural objects is made. The most rational and optimal scripts for their parametric modeling are presented. Fragments of these scripts with a detailed description of their construction are given. The capabilities of the main programs for visual (parametric) programming (PARAM-O and Rhino-Grasshopper for Graphisoft ArchiCAD, Dynamo for Autodesk Revit) are briefly described.

**Keywords:** BIM, parametric programming, PARAM-O, Rhinoceros, Grasshopper, ArchiCAD, Dynamo, Revit.

## Введение

Одним из актуальных направлений развития информационного моделирования в строительстве является использование возможностей визуального (параметрического) программирования [1–5] в том числе и для создания различных сложных архитектурных форм [6]. Дополнение PARAM-O и связка Rhino-Grasshopper для Graphisoft ArchiCAD, а также Dynamo для Autodesk Revit позволяют расширить функционал этих пакетов BIM, оперативно и в удобном интерактивном режиме моделировать сложные архитектурные и строительные объекты, особенно с большим количеством повторяющихся элементов – этажей, архитектурных деталей и т. п. [7–13].

Приложение PARAM-O базируется на работе с узлами (нодами) и является дополнением (плагином) для создания параметрических объектов ArchiCAD. Оно позволяет создавать пользовательские объекты в удобном графическом интерфейсе. Затем PARAM-O сохраняет их как обычные объекты ArchiCAD во вложенной библиотеке. Скрипты PARAM-O хранятся как часть библиотеки. Созданные объекты будут работать в любой версии ArchiCAD, даже если PARAM-O в ней не установлен.

Grasshopper предоставляет гораздо более развитую, по сравнению с PARAM-O, среду визуального программирования, которая тесно связана и глубоко интегрирована с инструментами моделирования Rhino и позволяет пользоваться их возможностями [14–21].

Ограничения, которые возникают в стандартных BIM-пакетах, в том числе и в ARCHICAD, заключаются в ручном построении модели, а также впоследствии в ручной корректировке этой модели. Это приводит к большим временным затратам. Для решения этой проблемы, начиная с 19 версии ARCHICAD, появилась связка ARCHICAD-Grasshopper Live Connection. Она основана на Grasshopper, поскольку он является наглядным, популярным и интуитивно понятным инструментом. Еще одной особенностью Grasshopper является то, что он основан на открытом коде. Это позволяет писать для него различные дополнения, которые могут использоваться не только в архитектуре, но и в других областях. Взаимодействие этих приложений позволяет добиться двунаправленной передачи геометрии, т. е. при изменении скриптов Grasshopper обновление BIM-модели в программе ARCHICAD осуществляется автоматически.

## Методология исследования

Авторами была поставлена задача изучения возможностей связки Grasshopper-Rhino-ArchiCAD для моделирования сложных архитектурных объектов при BIM-проектировании. В частности:

- 1) создание различных сложных форм и поверхностей на основе четырех и более 2D-объектов;
- 2) наиболее рациональное использование модификаторов;

3) исследование результатов сочетаний различных модификаторов для моделирования сложных архитектурных объектов;

4) анализ различных вариантов скриптов для каждого объекта, принятого в качестве заданной архитектурной формы;

5) выбор наиболее рационального и оптимального кода для моделирования конкретного архитектурного объекта;

6) подбор наиболее подходящих модификаторов и их связок для рассматриваемых архитектурных объектов.

## Результаты исследования

### 1. Параметрическая кирпичная стена (рис. 1)



Рис. 1. Параметрическая кирпичная стена

Параметрическая кирпичная стена создана в **RhinoCeros-5** и **Grasshopper**. Форма состоит из четырех кривых, соединенных между собой модификатором **Loft**. Затем создан кирпич реальных размеров. Для этого использовался модификатор **Box** с последующим назначением размеров. Каждая созданная плоскость объекта была поделена на горизонтальные плоскости размером, равным высоте кирпича. Для этого использовался модификатор **Contours**. С помощью модификатора **Horizontal frames** каждой горизонтальной линии были назначены новые точки, к которым в дальнейшем присоединялся кирпич. Для этого на каждом кирпиче назначалась требуемая плоскость привязки с помощью модификаторов **Brep** и **List**. Позиционирование кирпича производилось с помощью модификаторов **Geometry** и **Orient**. Разработанный скрипт представлен на рисунке 2.

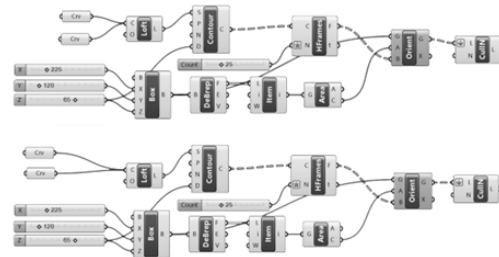


Рис. 2. Скрипт для моделирования параметрической кирпичной стены

### 2. Параметрическое моделирование малой архитектурной формы (рис. 3)



Рис. 3. Малая архитектурная форма

Малая архитектурная форма была создана с помощью основных кривых линий (рис. 4), образующих форму. Использовалась также операция **Loft**.

Созданный объект состоит из скамейки, клумбы и навеса. Скамейка и клумбы моделировались отдельно. Для моделирования скамейки был использован принцип создания перпендикулярных плоскостей относительно заданной ранее кривой. В основу поверхности навеса заложен морф.



Рис. 4. Кривые для создания малой архитектурной формы

Алгоритм моделирования элементов малой архитектурной формы и фрагменты скриптов представлены на рис. 5–7.

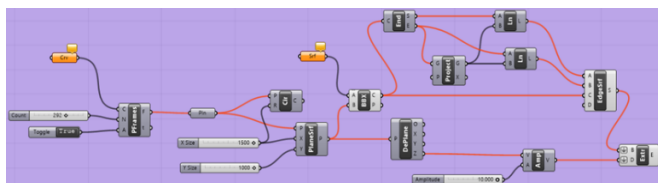


Рис. 5. Скрипт для моделирования сиденья скамейки

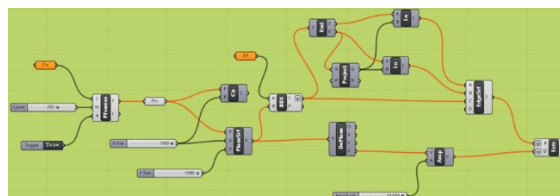


Рис. 6. Скрипт для моделирования спинки скамейки

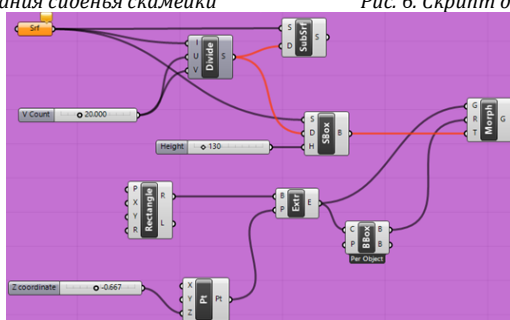


Рис. 7. Скрипт для моделирования навеса

### 3. Беседка (рис. 8)



Рис. 8. Беседка

Для моделирования беседки сначала в **Rhinoceros** создаются две кривые. Ниже подробно описаны этапы создания скрипта. Номера этапов соответствуют номерам выделенных фрагментов скриптов на рисунке 9.

1. К двум нодам **Curve** назначаются заданные кривые. Два нода **Divide Curve** подключаются к нодам **Curve**. Назначается деление на равные отрезки – 19. Для соединения точек двух прямых к ноду **Line** подключаются два слота **Points** нодов **Divide Curve**. Инструмент **Point on Curve** подключается к ноду **Line**. Ползунок определяет положение разделительных точек отрезков и устанавливается в положение среднего значения 0.500 (рис. 9).

2. Чтобы поднять на требуемую высоту средние точки отрезков, используется нод **Move**, также подключается **Point on Curve** к слоту **Geometry**. К слоту **Motion** подключается ось Z. Чтобы подъём точек имел более сложную форму, необходимо запустить ещё одну цепочку

уравнений: слот **Number** нода **Range** подводится к **Number Slider** для назначения количества точек на кривых. Чтобы задать кривую подъёма точек, используется нод **Graph Mapper**. В параметрах нода выбирается вид графика Sin. Этот нод подключается к ноду **Range**. С помощью инструмента **Multiplication** к компоненту A подключается синусоида (нод **Graph Mapper**), а с помощью компоненты B назначается высота заданной синусоиды. Ось Z подключается к ноду **Multiplication**. Далее для нода **Arc 3pt** к компоненту A подключаются точки первой кривой, к компоненту C – точки второй кривой, а к компоненту B – слот B нода **Move**. В результате получается каркас требуемой формы. Для создания поверхности нод **Loft** подключается к слоту **Arc** нода **Arc 3pt** (рис. 9).

3. Для разделения полученной поверхности на сегменты используется нод **Mesh Surface**. Нод **Loft** подключается к слоту **Surface** нода **Mesh Surface**. Устанавливается количество полигонов для слотов **U-Count** и **V-count** для сглаживания поверхности. Для разбиения на прямоугольники нод **Triangulate** подключается к ноду **Mesh Surface**. Затем понадобится плагин **Wb** и нод **WBFrame**. В результате получается сетчатая форма, для которой задаются ширина и толщина рам. Для преобразования полученной формы в морф подключается нод **Morph of Archicad** (рис. 9).

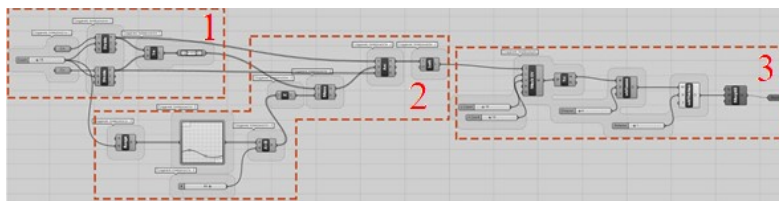


Рис. 9. Скрипт для моделирования беседки

### Обсуждение результатов

Проведен сравнительный анализ вариантов различных скриптов с применением разных связок различных модификаторов для моделирования заданных сложных архитектурных форм. Некоторые примеры успешной реализации поставленной задачи приведены в статье. Разработанные в результате исследования скрипты являются наиболее рациональными вариантами программного кода для каждого рассмотренного объекта сложной архитектурной формы.

### Выводы (заключение)

Работа в связке Grasshopper-Rhino-Archicad позволяет создавать математическую модель, из

которой, благодаря настройке параметров, можно получить в будущем уникальные комбинации. Это гибкий и в то же время точный инструмент.

Связка Rhino-Grasshopper (v. 6, 7) гораздо функциональнее и разнообразнее других представителей параметрического программирования по компонентам, работе с деревьями и полигональной сеткой.

Визуальный стиль Grasshopper «plug-and-play» предоставляет различные возможности для сочетания творческих решений с инновационными системами правил посредством использования потокового графического интерфейса.

### Список литературы

1. Кравченко Г. М., Труфанова Е. В., Манойленко А. Ю., Литовка В. В. Применение информационного моделирования при исследовании уникальных объектов параметрической архитектуры // Инженерный вестник Дона. – Ростов-на-Дону, 2019. – №1 (52). – С. 128-134.
2. Гоголкина А. В. Особенности формирования конструкций в параметрической архитектуре // Архитектура и современные информационные технологии. – Москва, 2018. – №1(42). – С. 355-363.
3. Liu Hongming, Jiang Yu. The parametric modeling of one heterotypic building basing on Rhino and Grasshopper // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции Фад Тогу. –Хабаровск, 2017. – Т. 2. – С. 202-207.
4. Попова Е. Е., Шегай Р. А. Реализация метода «form-finding» в программном комплексе Rhinoceros // Строительство уникальных зданий и сооружений. – Санкт-Петербург, 2019. – №5(80). – С. 17-21.
5. Чеснаков, И.Э. Применение средств параметрического моделирования для решения задач оптимизации несущих конструкций // Сборник статей магистрантов и аспирантов Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. Серия «Строительство». – Санкт-Петербург, 2020. – С. 183-191.
6. Альземенова, Е. В., Сингатуллина, Г. Б., Дегтярев, А. С. Малые архитектурные формы в контексте городской среды на примере г. Астрахани // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2019. № 2(28). – С. 33-38.
7. Ларин, В. С., Клашанов, Ф. К. Параметрическое моделирование в связке трех аппаратных комплексов Archicad, Rhinoceros, Grasshopper // Студенческий. – Новосибирск, 2019. – №10 (54). – С. 6-11.
8. Рогожников, П. С. GDL-проектирование моделей на основе программного комплекса Rhinoceros и Grasshopper // Сборник трудов Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В. Г. Шухова. – Белгород, 2019. – С. 1032-1035.
9. Лахов, А. Я. Параметрический объект Archicad одноконтурных геодезических оболочек с пятиугольными пластинами // Сборник материалов VI Международной научной конференции «Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании». – Москва, 2018. – С. 37-41.
10. Балашенкова, В. В. Интеграция Archicad и инженерных BIM-решений // Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института экономики, управления и информационных систем в строительстве и недвижимости. – Москва, 2019. – С. 484-488.
11. Анисимова, Н. В. Обзор основных плагинов средового моделирования и оптимизации геометрии в Dynamo и Grasshopper // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы II Международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2019. – С. 228-233.
12. Liu Hongming, Jiang Yu. The parametric modeling of one heterotypic building basing on Rhino and Grasshopper // Материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ «Новые идеи нового века». Т.2. Хабаровск, 2017. С. 202-207.
13. Згода, Ю. Н., Шумилов, К. А. Автоматизированное построение интерактивных визуализаций BIM-моделей в виртуальной реальности // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2019. № 4(30). – С. 113-118.
14. Лещенко, Е. Параметрическое проектирование и высокотехнологичное информационное моделирование строительных конструкций на основе программного решения Tekla и Grasshopper // САПР и графика. – 2017. № 8(250). – С. 31-33.
15. Zubin Khabazi. Generative algorithms using Grasshopper // Journal. Morpho-genesim. – 2010. – 48 p.
16. Xudong Wang. Rhinoceros parametric design and architecture // Information and computer. – China, 2014. – 5 p.
17. Ying Wei, Haitao Zhao. Parametric design based on Rhino construction // Steel construction. – China, 2014. – 181 p.
18. Aksamija, A., Brown, D. Integration of parametric design methods and building performance simulations for high-performance buildings: methods and tools // Perkins+Will re-search journal. – 2018. – Vol 10.01. – P. 28-53.
19. Esionwu, C. Further Aerodynamics and Propulsion and Computational Techniques. // CFD Solution Methodology. – London, England: Kingston University, 2014. – 16 p.
20. Mourshed, M.M., Kelliher, D., Keane, M. Integrating Simulation in Design. // IBPSA NEWS. – Ireland, 2003. – No. 13(1). – P. 21-26.
21. Бжахов, М.И., Ефимова, М.М., Журтов, А.В. Алгоритмическое проектирование в архитектуре // Инженерный вестник Дона. – Ростов-на-Дону, 2018. – №2 (49). – С. 166.

© К. А. Шумилов, Ю. А. Гурьева



**Ссылка для цитирования:**

Шумилов К. А., Гурьева Ю. А. Моделирование сложных архитектурных объектов с использованием GRASSHOPPER, RHINO И ARCHICAD // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 2 (40). С. 126–130.

УДК 519.685

DOI 10.52684/2312-3702-2022-39-1-130-136

## УНАСЛЕДОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ. ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

*В. М. Зарипова, И. Ю. Петрова*

**Зарипова Виктория Мадияровна**, кандидат технических наук, доцент кафедры систем автоматизированного проектирования и моделирования, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация;

**Петрова Ирина Юрьевна**, доктор технических наук, заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор кафедры систем автоматизированного проектирования и моделирования, Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация; e-mail: irapet1949@gmail.com

В статье показан рост публикаций по вопросам сопровождения унаследованных информационных систем, что подтверждает актуальность темы исследования. Дано базовое представление об опасности эксплуатации таких информационных систем и программного кода. Показано, чем эти системы могут навредить бизнесу. Представлена систематизация возникающих проблем и возможных решений по сопровождению унаследованных информационных систем. Сделана попытка систематизировать терминологию в этой области. На основе анализа большого количества отечественной и зарубежной литературы авторами показаны тренды в области сопровождения и модификации унаследованных информационных систем – это использование облачных технологий и переход к микросервисной архитектуре.

**Ключевые слова:** информационная система (ИС), унаследованные ИС, миграция, реинжиниринг, модернизация, микросервисы, облачные технологии.

## LEGACY INFORMATION SYSTEMS. PROBLEMS AND SOLUTIONS

*V. M. Zaripova, I. Yu. Petrova*

**Zaripova Viktoriya Madiyarovna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer-Aided Design and Modeling Systems, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation;

**Petrova Irina Yurievna**, Doctor of Technical Sciences, Honored Worker of Science of the Russian Federation, Professor of the Department of Computer-Aided Design and Modeling Systems, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation; e-mail: irapet1949@gmail.com

The article shows the growth of publications on maintenance of legacy information systems, which confirms the relevance of the research topic. Authors give basic understanding of the risk of exploitation of legacy information systems and program code and show how such systems may bring harm to business. A systematization of emerging problems and possible solutions for maintaining legacy information systems is presented. An attempt was made to systematize the terminology in this area. Based on the analysis of a large number of domestic and foreign literature, the authors show trends in the field of maintaining legacy information systems - this is the use of cloud technologies and the transition to microservice architecture.

**Keywords:** information system (IS), legacy IS, migration, reengineering, modernization, microservices, cloud technologies.

### Введение

Несмотря на дорогостоящие и инновационные механизмы цифровой трансформации, многие организации по-прежнему используют и поддерживают устаревшее программное обеспечение (ПО). Это связано с тем, что с годами это ПО стало основой функционирования организации, и заменить его современными альтернативами непросто. Длительный период использования делает такие системы практически незаменимыми для организации, поскольку они поддерживают важную бизнес-логику и обеспечивают данные, необходимые в повседневных бизнес-операциях.

В отчете VMware и MIT Technology Review за декабрь 2017 г. говорится, что 62 % ИТ-руководителей назвали интеграцию устаревших систем своей самой большой проблемой при переходе к облачным технологиям [1].

Однако, модернизация унаследованных систем и ИТ-решений – это то, что многие предприятия просто обязаны сделать в рамках достижения более амбициозных бизнес-целей. Только модернизация может повысить совместимость и интегрируемость унаследованных систем в новую инфраструктуру, обеспечить сетевую безопасность, добавить новые функции и снизить стоимость обслуживания.

Информационная система, которая основана на устаревших технологиях, но имеет решающее значение для повседневных операций называется «унаследованная или устаревшая система» (*legacy system*). Этот термин начали использовать, начиная с 70-х гг. прошлого века.

*Унаследованная система* – это «информационная система, которая может быть основана на устаревших технологиях, но имеет решающее значение для повседневных операций» [2].