

УДК 528.94

DOI: 10.35595/2414-9179-2022-1-28-603-612

Г.З. Мажитова<sup>1</sup>, Д.К. Шугулова<sup>2</sup>, И.А. Седельников<sup>3</sup>**ОБ ОПЫТЕ РАЗРАБОТКИ ГИС-ПРОЕКТА КАМПУСА УНИВЕРСИТЕТА****АННОТАЦИЯ**

В статье рассматриваются результаты работы по проектированию и созданию ГИС-проекта кампуса университета. Разработана и апробирована модель и методика создания географической информационной системы (ГИС) кампуса университета на примере НАО «Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева». Создание ГИС выполнялось на основе открытых пространственных данных ДДЗ, материалов наземной фотосъемки и аэрофотосъемки с беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Геоинформационное картографирование и моделирование проводилось с использованием специализированных программ: ArcGIS 10.4 (ESRI Inc.), Agisoft PhotoScan Professional Edition. В статье представлены структура ГИС кампуса, ее основные элементы, приводится описание этапов разработки. Работа по созданию ГИС включало следующие этапы: разработку ее предварительной модели и структуры, сбор необходимой исходной информации и данных об исследуемой территории, проведение наземной съемки и аэрофотосъемки, полевых работ, обработку собранных материалов в специальных программных приложениях, создание электронной карты и базы данных, наполнение и корректировку последней. ГИС кампуса включает цифровую картографическую основу и связанную с ней базу данных. В ее структуре содержится ряд модулей, которые объединяют тематические слои. Наряду с этим, в ходе исследования созданы геопривязанные фотореалистичные трехмерные модели зданий университета. На основе материалов аэрофотосъемки с БПЛА построена 3D-модель кампуса. Разработанная ГИС, ее функциональные возможности могут быть полезны университету и найти применение в решении практических задач.

Исследования выполнены в рамках грантового финансирования по программе “Sustainability Living Lab”.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** геоинформационное картографирование и моделирование, университет, кампус, ГИС, карта, 3D-модель

<sup>1</sup> НАО Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, ул. Пушкина, 86, 150000, Петропавловск, Казахстан *e-mail:* [mazhitova\\_gulnur@mail.ru](mailto:mazhitova_gulnur@mail.ru)

<sup>2</sup> Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, 010000 Казахстан, Нур-Султан *e-mail:* [9970766@mail.ru](mailto:9970766@mail.ru)

<sup>3</sup> НАО Северо-Казахстанский университет им. М. Козыбаева, ул. Пушкина, 86, 150000, Петропавловск, Казахстан *e-mail:* [igor\\_sko\\_kz\\_94@mail.ru](mailto:igor_sko_kz_94@mail.ru)

**Gulnur Z. Mazhitova<sup>1</sup>, Dina K. Shugulova<sup>2</sup>, Igor A. Sedelnikov<sup>3</sup>**

## **ABOUT THE EXPERIENCE OF DEVELOPING A GIS PROJECT OF THE UNIVERSITY CAMPUS**

### **ABSTRACT**

The article discusses the results of the work on the design and creation of a GIS project of the university campus. A model and methodology for creating a geographical information system (GIS) of the university campus was developed and tested in the Non-profit limited company “Manash Kozybayev North Kazakhstan university” setting. The GIS was created on the basis of open spatial data of the Remote Sensing of the Earth, materials of ground photography and aerial photography from an unmanned aerial vehicle (UAV). Geoinformation mapping and modeling was carried out using specialized programs: ArcGIS 10.4 (ESRI Inc.), Agisoft PhotoScan Professional Edition. The article presents the GIS structure of the campus, its main elements, and describes the stages of development. The work on the creation of GIS included the following stages: the development of its preliminary model and structure, the collection of the necessary initial information and data about the studied territory, the conduct of ground surveys and aerial photography, field work, processing of collected materials in special software applications, the creation of an electronic map and database, filling and correcting the latter. The campus GIS includes a digital cartographic framework and an associated database. Its structure contains a number of modules that combine thematic layers. Along with this, geo-referenced photorealistic three-dimensional models of university buildings were created during the research. A 3D model of the campus was built on the basis of aerial photography materials from the UAV. Developed GIS, its functionality can be useful to the university and find application in solving practical problems.

The research was carried out within the framework of grant funding under the Sustainability Living Lab program.

**KEYWORDS:** geoinformation mapping and modeling, university, campus, GIS, map, 3D model

### **ВВЕДЕНИЕ**

НАО Северо-Казакстанский университет имени Манаша Козыбаева (СКУ им. М. Козыбаева) – одно из старейших учебных заведений Республики Казакстан. Университет является региональным центром образования, науки и культуры Северного Казакстана. Трансформация в цифровой университет через формирование цифровой экосистемы университета является одним из пунктов Перспектив развития СКУ им. М. Козыбаева [Стратегический план, 2020]. С развитием информационных технологий стала возможной цифровизация образовательного процесса, наряду с этим уделяется внимание различным аспектам их применения в решении научных и прикладных задач.

Одним из примеров таких цифровых технологий, сфера применения которых неуклонно расширяется, являются географические информационные системы (ГИС). В настоящее время геоинформационные системы являются ресурсом для формирования общественно полезных и экономически конструктивных решений, которые отвечают на

---

<sup>1</sup> NLC M. Kozybayev North Kazakhstan University, 86 Pushkin str., 150000, Petropavlovsk, Kazakhstan, *e-mail*: [mazhitova\\_gulnur@mail.ru](mailto:mazhitova_gulnur@mail.ru)

<sup>2</sup> L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpayev str., 010000 Kazakhstan, Nursultan, *e-mail*: [9970766@mail.ru](mailto:9970766@mail.ru)

<sup>3</sup> NLC M. Kozybayev North Kazakhstan University, 86 Pushkin str., 150000, Petropavlovsk, Kazakhstan, *e-mail*: [igor\\_sko\\_kz\\_94@mail.ru](mailto:igor_sko_kz_94@mail.ru)

вызовы сегодняшнего дня [Оракбаева, 2018]. Географические информационные технологии имеют широкие перспективы применения для решения различных задач землеустройства, строительства, экологии, ландшафтного планирования, разработки программ и планов перспективного развития, проектирования и многих других сфер деятельности общества [Хомич, 2002; Черкашин и др., 2002; Dunn, 2007; Drummond, French 2008; Göçten, Ventura, 2010; Nijhuis, 2014; Щербинин, 2015; Bilous et al., 2020; Теодоронский, Боговая, 2021].

Разработка геоинформационной системы кампуса СКУ им. М. Козыбаева навеяна требованиями современных реалий и задач интеграции цифровых технологий во все аспекты образовательной деятельности, а также управления, планирования.

Имеется успешный опыт создания подобных прикладных ГИС в ряде зарубежных вузов<sup>123</sup> [Щербинин, 2015; Lin, Li., 2018]. Так, в университете Редлендса ГИС используется в качестве цифровой базы данных, в которую можно вносить коррективы при централизованном управлении инфраструктурой (зданиями, зелеными насаждениями, спортивными площадками, ирригационными системами, наружным освещением, возможностями реагирования при чрезвычайных ситуациях). Наряду с этим, она используется как информационная площадка для обучающихся и абитуриентов. Примечательно, что сами студенты бакалавриата и магистратуры участвуют в разработке ГИС кампуса, включая картографирование и обновление базы геоданных. Кроме того, существуют приложения для настольных ПК, ноутбуков и планшетов, подключенные к базе геоданных, которые ежедневно используются персоналом и администраторами. Данные добавляются в ГИС кампуса с помощью планшетных компьютеров с поддержкой GPS, беспилотных летательных аппаратов и настольных компьютеров<sup>4</sup>. Это яркий пример того, насколько гармонично информационные системы вошли в образовательную среду университета.

В настоящее время в вузах нашей страны пока не были реализованы ГИС-проекты такого типа. В работе представлены результаты геоинформационного картографирования и моделирования кампуса университета с использованием популярных специализированных программ на примере СКУ им. М. Козыбаева.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Теоретико-методологической основой исследования послужили труды в области геоинформационного картографирования и моделирования, опыт и результаты прикладного картографирования в ГИС-среде в сфере управления, территориального планирования, градостроительного проектирования и других областях, обобщенные в работах И.К. Лурье, А.М. Берлянта, В.С. Тикунова, А.К. Черкашина, Е.Г. Капралова, Ю.А. Полякова, С.А. Тесленка, Н.В. Дьяченко и др., а также технические руководства по различным ГИС-продуктам фирмы ESRI<sup>5</sup>.

В исследовании привлечены литературные, фондовые материалы о природных условиях изучаемой территории; сведения о пространственной и функциональной организации кампуса университета; картографические материалы (топографические, тематические карты, карта г. Петропавловска, план-схема зданий вуза, данные дистанционного зондирования, представленные серией многозональных разновременных космических снимков, полученных с сервисов Google Earth<sup>6</sup>, Gis-lab.info.srtm<sup>7</sup> и др.); материалы наземной фотосъемки и аэрофотосъемки территории университета с БПЛА,

<sup>1</sup> Official website of the Esri company. Электронный ресурс: <https://www.esri.co> (дата обращения 16.02.2022).

<sup>2</sup> Gis Университет. Электронный ресурс: <https://pt.2035.university/project/2-gis-universitet> (дата обращения 22.02.2022)

<sup>3</sup> Открытые ГИС для высшего образования. Электронный ресурс: <https://wiki.gis-lab.info/w> (дата обращения 22.02.2022)

<sup>4</sup> University of Redlands. Электронный ресурс: <https://www.redlands.edu> (дата обращения 22.02.2022)

<sup>5</sup> Official website of the Esri company. Электронный ресурс: <https://www.esri.com> (дата обращения 16.02.2022)

<sup>6</sup> Google Earth. Электронный ресурс: <https://www.google.com/intl/ru/earth/> (дата обращения: 25.01.2022).

<sup>7</sup> Gis-lab.info. Электронный ресурс: <https://gis-lab.info/qa/srtm.html> (дата обращения: 25.01.2022).

выполненные ТОО «GEOSCAN-Kazakhstan» аэрофотосъемочным комплексом «Геоскан-201М Геодезия» 2020–2021 гг.; материалы полевых исследований.

В ходе исследования использованы методы и технологии геоинформационного картографирования, автоматизированной обработки и пространственного анализа данных ДДЗ, общегеографические методы, комплекс полевых исследований. Геоинформационное картографирование выполнялось в программном пакете ArcGIS 10.4 (ESRI Inc.). Создание трехмерной модели осуществлялось в прикладной программе Agisoft PhotoScan Professional Edition. Для фотограмметрической обработки данных аэрофотосъемки БПЛА применялись алгоритмы Agisoft Metashape Pro.

Разработка проекта включала несколько этапов. На начальном этапе разработана предварительная модель ГИС кампуса, определена ее структура, количество модулей и их содержание. При разработке модели ГИС руководствовались материалами [Шербаков, 2002; Самардак, 2005; Ковин, Марков, 2009; Иконников и др., 2010; Битюков, 2012]. Выполнен сбор, обобщение и систематизация исходных материалов о природных условиях, территориальной и функциональной организации кампуса.

Для создания электронной картографической основы, 3D-модели (трехмерного моделирования) кампуса проведена наземная и аэрофотосъемка его территории с помощью БПЛА. Аэрофотосъемка выполняла комплексом «Геоскан-201М Геодезия». Высота съемки – 280 м. Видимый диапазон 5 см/пиксель, мультиспектральный 13 см/пиксель. Достоверность координатной привязки фотоснимков БПЛА обеспечивалась использованием GPS (GNSS) приемника, электронной топографической основы. Полученные снимки характеризуются высоким уровнем разрешения и детальностью изображения. Это обеспечило достаточно высокую точность идентификации объектов кампуса, определения их точных координат, метрических характеристик и свойств. Материалы аэрофотосъемки послужили основой для создания ортофотоплана, цифровой матрицы высот, которые были в дальнейшем использованы при проектировании картографической основы и трехмерной модели (3D-модель) кампуса.

Составляющим звеном процесса создания трехмерных изображений зданий кампуса послужила наземная фотосъемка. В ходе наземной фотосъемки проводилось фотографирование фасадов корпусов, других зданий и объектов, расположенных в границах территории университета. Для детализации и точности построения трехмерных изображений объектов кампуса их фотографирование осуществлялось в двух и более ракурсах.

Основной этап работы заключался в создании электронной (цифровой) картографической основы и привязанной к ней базы геоданных. Для ее построения проводилась векторизация исходных картографических материалов, их привязка к географическим координатам. В работе использована система географических координат на основе референц-эллипсоида WGS84, проекция Asia North Lambert Conformal Conic. Векторизация проводилась с применением стандартных инструментов ГИС ArcGIS (ESRI Inc.). Выделялись и наносились границы и объекты кампуса, в т.ч. здания корпусов, общежитий и других сооружений, дорожная сеть, переходы, имеющиеся древесно-кустарниковые насаждения и др. При разработке электронной карты и модели кампуса сохранены параметры планировки территории, точность расположения и координаты имеющихся в его границах объектов. Особое внимание уделено процессу подготовки корректных моделей зданий университета.

Одним из важных этапов процесса создания ГИС стала работа по проектированию и разработке базы геоданных. Основная задача последней заключается в хранении пространственных и атрибутивных данных, структурированных и организованных с учетом ее назначения. В базу данных включен набор информации, полученной из различных источников. В ней объединены сведения о функциональной организации, планировочной структуре кампуса, сведения о размещении всех объектов, расположенных в пределах его территории, их количественные и качественные характеристики. Ввод информации в систему осуществлялся автоматически в процессе векторизации исходных картографических материалов и создания привязанных к ним таблиц с атрибутивными данными.

Наряду с этим, пополнение данных выполнялось вручную.

Трехмерное моделирование территории кампуса выполнялось в специализированной программе Agisoft PhotoScan Professional Edition. Данная программа представляет собой современную технологию создания трехмерных моделей на основе цифровых фотографий. При этом для получения более точной модели каждый элемент реконструируемой сцены должен быть виден не менее, чем с двух позиций съемки. Процесс создания трехмерной модели в данном приложении полностью автоматизирован. Для реконструкции 3D модели кампуса в Agisoft PhotoScan использовались материалы аэрофотосъемки с БПЛА. Разработка трехмерной модели потребовала предварительное построение цифровой матрицы высот, ортофотоплана.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

ГИС-проект кампуса включает цифровую картографическую основу с привязанной к ней базой данных, 3D-модель университетского городка. Созданная ГИС по содержанию является тематической, в соответствии с территориальным охватом относится к локальному уровню и предназначена для отдельной организации.

Геоинформационная система кампуса представляет собой многослойную электронную карту университета с выделенными на ней зданиями и сооружениями, дорожной сетью, зелеными насаждениями на единой картографической основе и атрибутивную базу данных. В базе данных интегрирован массив разнородной информации об объектах кампуса, включая статистические, картографические материалы, космические снимки, аэрофотоснимки.

Структура ГИС состоит из ряда модулей и слоев. В ней представлены следующие слои: 1. Граница кампуса; 2. Здания (учебные корпуса, общежития, обсерватория, спортивные залы, бассейн, музей университета, интернет-кафе, служебные здания и строения); 3. Дорожная сеть (улицы, переулки, дорожки, переходы); 4. Центральная площадь; 5. Открытая спортивная площадка; 6. Парковка; 7. Зеленые насаждения (деревесные, кустарниковые, цветники, газоны); 8. Объекты инфраструктуры (лавочки, фонари, МАФ и др.) (см. рис. 1).

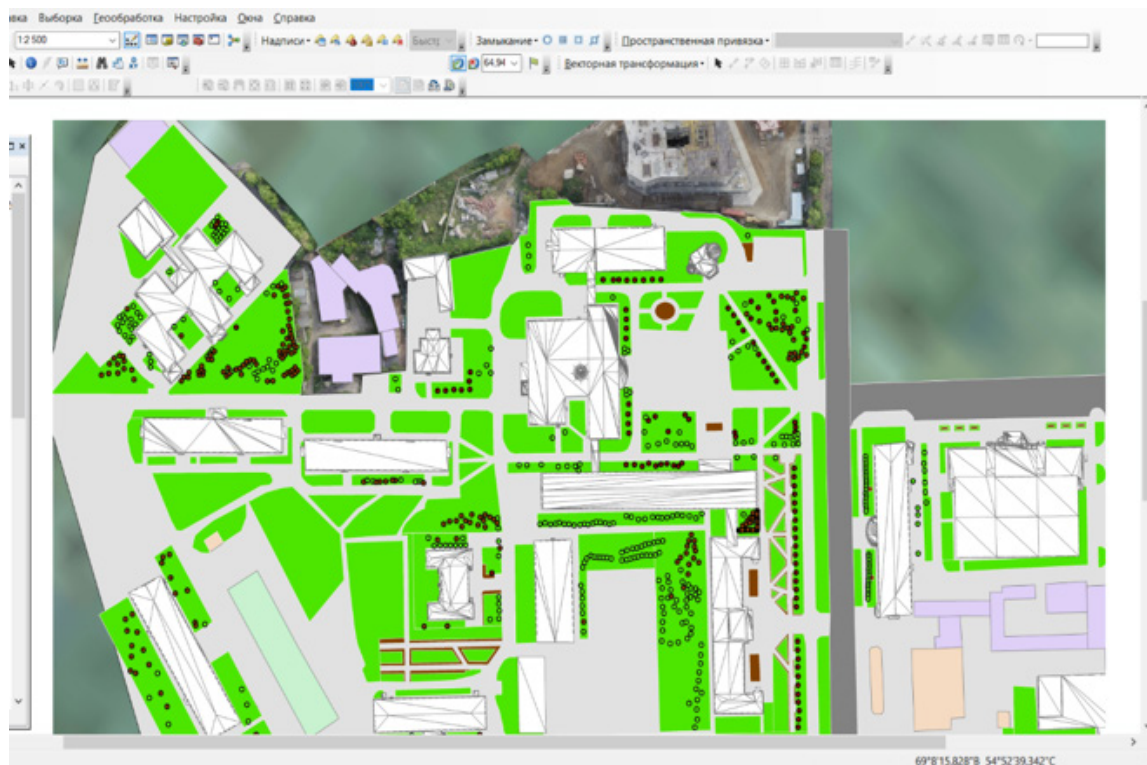
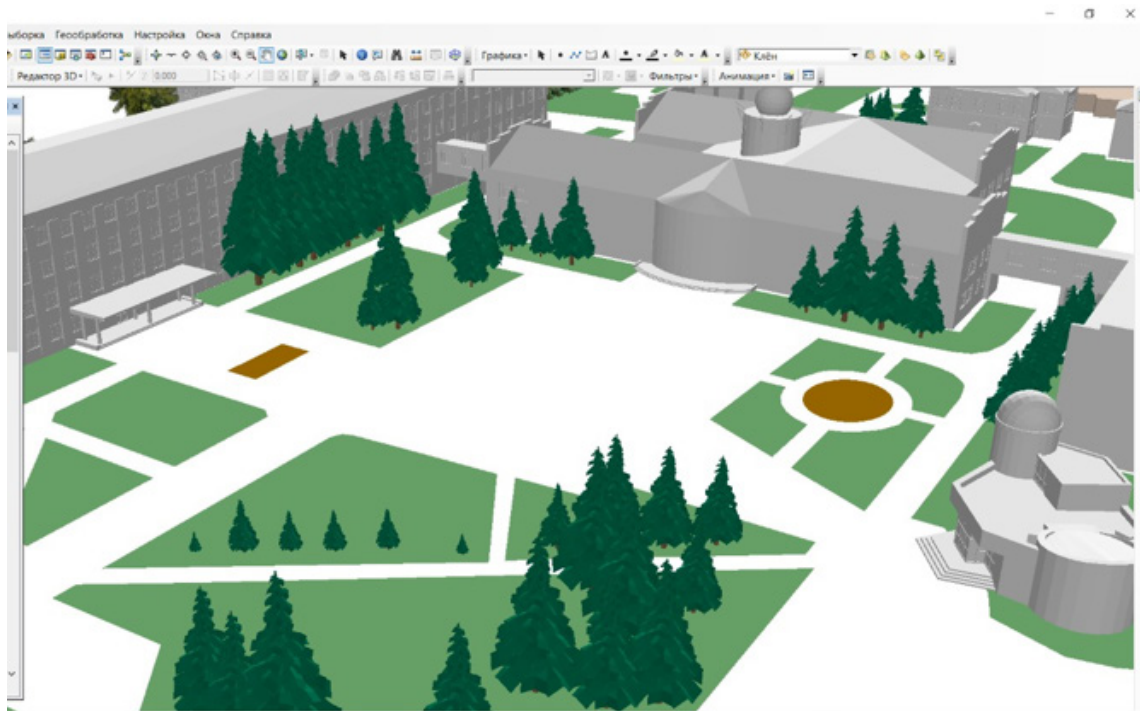


Рис. 1. Карта кампуса в ArcMap ArcGIS (ESRI Inc.)

Fig. 1. Campus map in ArcMap ArcGIS (ESRI Inc.)

ArcGIS (ESRI Inc.) является уникальным набором программных продуктов, который позволяет не только редактировать слои карты в ArcMap, но и визуально точно передавать их в трехмерном пространстве. Осуществлять просмотр карт в трехмерном пространстве и их редактирование позволяет ArcScene. Данное приложение является многофункциональным средством 3D-моделирования, основная специализация которого заключается в генерации трехмерных моделей. Благодаря функциональным возможностям ArcScene программа позволяет придать реалистичность изображениям и представить их в трехмерном формате (см. рис. 2).



*Рис. 2. Трехмерное изображение кампуса в ArcScene ArcGIS (ESRI Inc.)*  
*Fig. 2. Three-dimensional image of the campus in ArcScene ArcGIS (ESRI Inc.)*

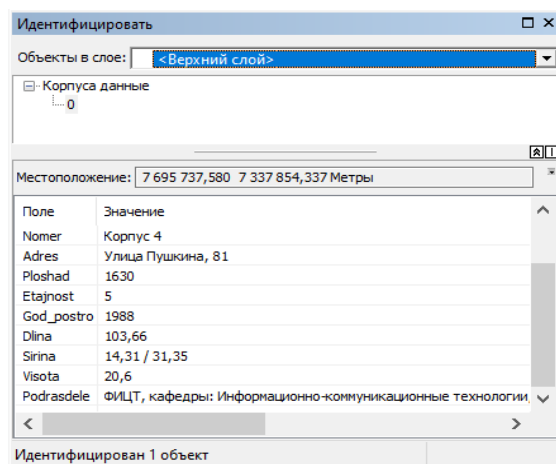
Каждый слой электронной карты имеет связь с атрибутивной базой данных, содержащей соответствующую тематике слоя информацию. Так, например, база данных слоя «Здания», раздел «Учебные корпуса», содержит следующую информацию: номер корпуса; год постройки; технические характеристики; подразделения, расположенные в данном корпусе. Слой «Зеленые насаждения» объединяет данные об имеющихся на территории университета насаждениях. Такая информация открывает возможности для выполнения анализа, прогноза, оптимизации пространственного устройства университета, озеленения, благоустройства, решения других практических задач.

Средства экранной навигации и трехмерной графики позволяют наглядно представить необходимую информацию в наиболее удобной форме и формате. Например, при выборе определенного корпуса (наведение мыши) на карте можно получить информацию о нем (см. рис. 3). Такая информация будет полезна при планировании потоков обучающихся, оптимизации занятости аудиторного фонда, размещении абонементов учебной и научной литературы, читальных залов и др.

С помощью средств анализа ArcGIS (ESRI Inc.) можно выполнять различные запросы к данным, содержащимся в базе, формировать выборки, отчеты и статистические справки, осуществлять аналитические работы различной степени сложности.

ГИС-проект позволяет при запросе визуализировать необходимые данные и создавать различные тематические карты кампуса в целом, отдельных зданий, зеленых насаждений с учетом масштаба отображаемого экстенда карты. При этом информация может быть выведена в виде электронной карты на мониторе компьютера, сохранена в

растровом формате и представлена на планшете или другом устройстве, в печатном виде. Разработанная картографическая основа может служить базовой для составления других отраслевых карт: земельного кадастра, мелиорации, зеленых насаждений и др.



*Рис. 3. Отображение информации по объектам слоя «Здания»*  
*Fig. 3. Display of information on objects of the «Buildings» layer*

Программа ArcGIS (ESRI Inc.) позволяет оперировать данными, изменять или дополнять их. Возможно отключение и подключение необходимых тематических слоев карты. Следует отметить, что функциональные возможности ArcGIS (ESRI Inc.) позволяют осуществлять обмен данными с внешними программами.

Трехмерная модель кампуса, разработанная в приложении Agisoft PhotoScan, является полноценной трехмерной картой. 3D-модель кампуса университета имеет разрешение 3,5 см/пикс. Она представляет собой поверхность, построенную с учетом цифровой модели местности, на которую наложено изображение трехмерных объектов, соответствующих объектам двухмерной карты (см. рис. 4).



*Рис. 4. 3D-модель кампуса СКУ им. М. Козыбаева*  
*Fig. 4. 3D model of the campus of M. Kozybaev NKU*

Для моделей с заданным масштабом, данная программа позволяет выбирать объекты с целью запроса информации, выполнять измерения координат точек, расстояний,

рассчитывать площадь поверхности, объем, а также отображать профили разрезов по указанному направлению.

В Agisoft PhotoScan доступны некоторые инструменты, позволяющие осуществлять редактирование модели с целью ее оптимизации, удалять изолированные компоненты, заполнять отверстия, сглаживать и т. д. В ней предусмотрена возможность обзора, экспорта полигональной модели для внесения изменений во внешнем редакторе и последующего импорта обратно. Также она позволяет создать контурные линии и отобразить их на карте высот или ортофотоплане.

Разработанная ГИС кампуса и 3D-модель могут быть полезны университету и найти применение в решении различных практических задач. В качестве геоинформационной основы будет полезна для оптимизации пространственной организации кампуса, ландшафтного проектирования и дизайна, улучшения озеленения, благоустройства территории университета. ГИС также может быть использована в период приемной кампании, привлечена для лучшего ориентирования и адаптации студентов первого курса, иностранных студентов. Наряду с этим ГИС будет полезна для мониторинга территории, оценки качества реализации строительных работ, инфраструктурных проектов университета.

По мере необходимости в уже существующий рабочий процесс могут вводиться новые функциональные узлы. Актуальные данные могут оперативно добавляться в ГИС-проект, обновляться, редактироваться. В перспективе рассматривается представление содержащейся в ГИС информации на казахском и английском языках для удобства пользования.

3D-модель кампуса может найти применение в качестве наглядной модели и интегрирована в программную оболочку сайта университета.

## **ВЫВОДЫ**

Проведенные исследования наглядно демонстрируют, что использование информационных систем на базе ГИС-технологий является одним из инструментов повышения эффективности управления и информационного сопровождения при решении запросов практики.

На конкретном примере территории университета апробированы и представлены возможности ГИС-технологий по геоинформационному картографированию и визуализации объектов кампуса в двух- и трехмерном формате.

Впервые для НАО SKU им. М. Козыбаева была проведена работа по разработке ГИС-проекта кампуса на основе материалов и методов ДДЗ и использования специализированных программ, а также трехмерного моделирования посредством создания ортофотоплана по данным аэрофотосъемки с БПЛА.

Разработанная ГИС имеет ряд преимуществ, так как позволяет достаточно детально в двух- и трехмерном измерении визуализировать объекты кампуса, при запросе представить необходимые данные о них. В качестве геоинформационной основы ГИС-проект, 3D-модель кампуса могут быть привлечены университетом для решения практических задач управления, планирования, проектирования. В перспективе она может быть использована для создания корпоративной ГИС. Следует отметить, что внедрение ГИС-технологий является выгодным долгосрочным вложением в развитие информационной инфраструктуры университета.

Результаты исследования могут служить методической основой для создания прикладных ГИС-проектов в других университетах. Предложенный алгоритм разработки тематической ГИС является обобщенным, с учетом специфики конкретного университета (функционально-планировочной, организационной структуры, размера и т. д.), целей использования и решаемых задач в него могут быть внесены дополнения, а в структуру ГИС-проекта при необходимости включены новые слои и расширена база данных.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Битюков Н.А.* Геоинформационные системы: учебное пособие. LAP Lambert Academic Publishing, 2012. 364 с.
2. *Иконников В.Ф., Седун А.М., Токаревская Н.Г.* Геоинформационные системы. Минск: БГЭУ, 2010. 110 с.
3. *Ковин Р.В., Марков Н.Г.* Геоинформационные системы и технологии: учебник. Томск: ТПУ, 2009. 267 с.
4. *Оракбаева А.Б.* Геоинформационное образование при подготовке специалистов различных сфер деятельности. Молодой ученый. 2018. № 20 (206). С. 399–405.
5. *Самардак А.С.* Геоинформационные системы: учебное пособие. Владивосток: ТИДОТ ДВГУ, 2005. 123 с.
6. Стратегический план развития Северо-Казахстанского университета им. М. Козыбаева на 2020–2024 годы. Петропавловск, 2020. 55 с.
7. *Теодоронский В.С., Боговая И.О.* Ландшафтная архитектура с основами проектирования. М.: Инфра-М, 2021. 304 с.
8. *Хомич В.А.* Экология городской среды: учебное пособие для вузов. Омск: Изд-во СибАДИ, 2002. 267 с.
9. *Черкашин А.К., Китов А.Д., Бычков И.В. и др.* Геоинформационная система управления территорией. Иркутск: Изд-во Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2002. 151 с.
10. *Щербаков В.В.* Геоинформационные системы. Структура ГИС, методы создания и использования: Методическое пособие. Екатеринбург, 2002. 32 с.
11. *Щербинин Ю.Б.* Нетрадиционные подходы к созданию геоинформационных систем управления муниципальными образованиями. Пермь: СНИБ «Эльбрус». 2015. 140 с.
12. *Bilous L.F., Shyshchenco P., Samoilenko V., Havrylenko O.* Spatial morphometric analysis of digital elevation model in landscape research. European Association of Geoscientists & Engineers. Conference Proceedings, Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020. V. 2020. P. 1–5.
13. *Drummond W.J., French S.P.* The future of GIS in planning. Converging technologies and diverging Interests. Journal of the American Planning Association. 2008. V. 74. No. 2. P. 161–174.
14. *Dunn C.E.* Participatory GIS – a people’s GIS? Progress in Human Geography. 2007. V. 31. No. 5. P. 616–637.
15. *Göçmen Z.A., Ventura S.J.* Barriers to GIS use in planning. Journal of the American Planning Association. 2010. V. 76. No. 2. P. 172–183.
16. *Lin D., Li B.* Application of GIS in Campus Navigation. 8th International Conference on Education, Management, Information and Management Society (EMIM 2018). Advances in Social Science, Education and Humanities Research. 2018. V. 250. P. 356–360.
17. *Nijhuis S.* GIS-based landscape design research. Exploring aspects of visibility in landscape architectonic compositions, in: D.J. Lee, E. Dias, H. Scholten (eds.) Geodesign by Integrating Design and Geospatial Sciences (GeoJournal Library 111). Heidelberg: Springer verlag. 2014. P. 193–217.

## REFERENCES

1. *Bilous L.F., Shyshchenco P., Samoilenko V., Havrylenko O.* Spatial morphometric analysis of digital elevation model in landscape research. European Association of Geoscientists & Engineers. Conference Proceedings, Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects 2020. V. 2020. P. 1–5.
2. *Bitjukov N.A.* Geoinformation systems: a textbook. LAP Lambert Academic Publishing, 2012. 364 p. (in Russian).
3. *Cherkashin A.K., Kitov A.D., Bychkov I.V. et al.* Geoinformation system of territory management. Irkutsk: Publishing House of the V.B. Socjava Institute of Geography SB RAS, 2002. 151 p. (in Russian).

4. *Drummond W.J., French S.P.* The future of GIS in planning. Converging technologies and diverging Interests. *Journal of the American Planning Association*. 2008. V. 74. No. 2. P. 161–174.
  5. *Dunn C.E.* Participatory GIS – a people’s GIS? *Progress in Human Geography*. 2007. V. 31. No. 5. P. 616–637.
  6. *Göçmen Z.A., Ventura S.J.* Barriers to GIS use in planning. *Journal of the American Planning Association*. 2010. V. 76. No. 2. P. 172–183.
  7. *Ikonnikov V.F., Sedun A.M., Tokarevskaya N.G.* Geoinformation systems. Minsk: BSEU, 2010. 110 p. (in Russian).
  8. *Khomich V.A.* Ecology of the urban environment: a textbook for universities. Omsk: SibADI Publishing House, 2002. 267 p. (in Russian).
  9. *Kovin R.V., Markov N.G.* Geoinformation systems and technologies: a textbook. Tomsk: TPU, 2009. 267 p. (in Russian).
  10. *Lin D., Li B.* Application of GIS in Campus Navigation. 8th International Conference on Education, Management, Information and Management Society (EMIM 2018). *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. 2018. V. 250. P. 356–360.
  11. *Nijhuis S.* GIS-based landscape design research. Exploring aspects of visibility in landscape architectonic compositions, in: D.J. Lee, E. Dias, H. Scholten (eds.) *Geodesign by Integrating Design and Geospatial Sciences (GeoJournal Library 111)*. Heidelberg: Springer verlag. 2014. P. 193–217.
  12. *Orakbaeva A.B.* Geoinformation education in the training of specialists in various fields of activity. *Young scientist*. 2018. No. 20 (206). P. 399–405 (in Russian).
  13. *Samardak A.S.* Geoinformation systems: a textbook. Vladivostok: PIDET FESU, 2005. 123 p. (in Russian).
  14. *Shcherbakov V.V.* Geoinformation systems. GIS structure, methods of creation and use: A methodological guide. Yekaterinburg, 2002. 32 p. (in Russian).
  15. *Shcherbinin Yu.B.* Unconventional approaches to the creation of geoinformation systems for municipal management. Perm: SNIB “Elbrus”. 2015. 140 p. (in Russian).
  16. Strategic Development plan of M. Kozybayev North Kazakhstan University for 2020–2024. Petropavlovsk, 2020. 55 p. (in Russian).
  17. *Teodoronsky V.S., Bogovaya I.O.* Landscape architecture with the basics of design. M.: Infra-M, 2021. 304 p. (in Russian).
-