

**Просолович А. А.**  
**A. A. Prosolovich**

## **ПРИМЕНЕНИЕ WEBGL ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КАМПУСА УНИВЕРСИТЕТА**

## **THE USE OF WEBGL IN THE DEVELOPMENT OF UNIVERSITY CAMPUS GEOINFORMATION SYSTEM**

**Просолович Алексей Александрович** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Кораблестроение и компьютерный инжиниринг» Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре). E-mail: alpr72@mail.ru.

**Alexey A. Prosolovich** – PhD in Engineering, Associate Professor, Shipbuilding and Computer Engineering Department, Komsomolsk-na-Amure State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur). E-mail: alpr72@mail.ru.

**Аннотация.** Современный университет как объект управления представляет собой сложную территориально распределённую систему. Деятельность высшего учебного заведения многопрофильная, а управление им – комплексная задача, требующая решения организационных и технологических вопросов с учётом экономической целесообразности. Построение информационной среды управления вузом с использованием современных геоинформационных технологий позволяет объединить в единое целое распределённую информацию, обеспечить возможность пространственного анализа для выявления нагрузок, проблемных участков, обеспечения мероприятий, ведущих к повышению качества образования.

**Summary.** A modern university, as an object of management, is a complex geographically distributed system. The activity of a higher educational institution is multidisciplinary, and its management is a complex task that requires solving organizational and technological issues, taking into account economic feasibility. Building an information environment for university management using modern geoinformation technologies allows combining distributed information into a single whole, providing the possibility of spatial analysis to identify loads, problem areas, and providing measures leading to improving the quality of education.

**Ключевые слова:** геоинформационные системы, WebGL, ГИС университета.

**Key words:** geoinformation systems, WebGL, GIS of the university.

УДК 004.4:378.4

Современный университет как объект управления представляет собой сложную территориально распределённую систему. Деятельность высшего учебного заведения многопрофильная, а управление им – комплексная задача, требующая решения организационных и технологических вопросов с учётом экономической целесообразности. Для обеспечения интеграции учебных и управленческих процессов, а также для реализации универсальных способов доступа к информации необходимо создание единой информационной среды, представляющей собой комплекс математических моделей, описывающий процессы, базу результатов контроля, базу нормативных характеристик, алгоритмы оценки качества.

Построение информационной среды управления вузом с использованием современных геоинформационных технологий позволяет объединить в единое целое распределённую информацию, обеспечить возможность пространственного анализа для выявления нагрузок, проблемных участков, обеспечения мероприятий, ведущих к повышению качества образования.

Геоинформационная система (ГИС) – это автоматизированная информационная система, предназначенная для обработки пространственно-временных данных, основой интеграции которых служит географическая информация [1].

ГИС как научная концепция и её воплощение с использованием программного обеспечения основана на географическом подходе к описанию и пониманию нашего мира и объединяет множе-

ство типов данных. Она анализирует информацию на основе местоположения и организует её в тематические слои, обеспечивает её визуализацию с использованием карт и трёхмерных сцен. Благодаря этой уникальной возможности ГИС позволяет получить глубокое понимание свойств данных, выявить их пространственные закономерности, взаимоотношения, помогает лучше понять ситуацию и принимать более взвешенные решения [3].

Сотни тысяч организаций практически во всех областях используют ГИС для создания интеллектуальных карт, которые обеспечивают наглядное представление данных, выполнение продвинутого анализа, облегчают обмен информацией и помогают решать сложные проблемы.

Существуют примеры разработки вузами ГИС университета [4–6]. Чаще всего в качестве платформы выбирается коробочное решение и реализуются наполнение и настройка системы. В таком случае функционал определяется выбранной платформой и возможностью её доработки.

Типовые этапы разработки обобщённой ГИС [2] (см. рис. 1):

1. формирование основных требований к системе на словесном (вербальном) уровне без какой-либо формализации: определение источников входной информации, определение требований к формам выходных данных, составление перечня задач, которые должна решать разрабатываемая система, определение разумных ограничений;

2. определение концепции решения проблемы или задачи: выбор необходимых методов решения задач, подбор алгоритмов, выбор ГИС-оболочки;

3. детализация общей задачи создания системы, определение описаний для перехода от словесных формулировок к схемному и логически связанному описанию, разбиение целостной системы на основные составляющие части. В результате выполнения третьего этапа определяется структура ГИС;

4. алгоритмизация методов и решений задач, стоящих перед исследователями, выбор модели, технологических и математических решений, определение перечня слоёв для создания выходной электронной карты, формирование логической структуры данных;

5. оптимизация структуры на основе дополнительных исследований предметной области и специфики решаемых задач;

6. реализация системы: программирование необходимых задач, которые планируется решать в среде проектируемой ГИС (в терминах проектирования происходит переход на физический уровень);

7. модернизация созданной ГИС: учёт возможных ситуаций функционирования, возможности дальнейшего развития.

В соответствии с первым этапом разработки обобщённой ГИС сформулируем основные требования к разрабатываемой ГИС кампуса университета:

- реализация ГИС в варианте веб-ГИС;
- использование разномасштабных локаций: кампус, здание (сооружение), этаж, аудитория;
- использование трёхмерных систем координат для позиционирования и задания геометрии объектов;
- представление объектов в виде 3D-моделей с достаточной полнотой и точностью;
- представление разнородной и разноцелевой атрибутивной информации об объектах;
- реализация ролевой модели доступа;
- обеспечение возможности функционального расширения за счёт реализации базовых функций ГИС в виде движка и служебных функций в виде модулей.

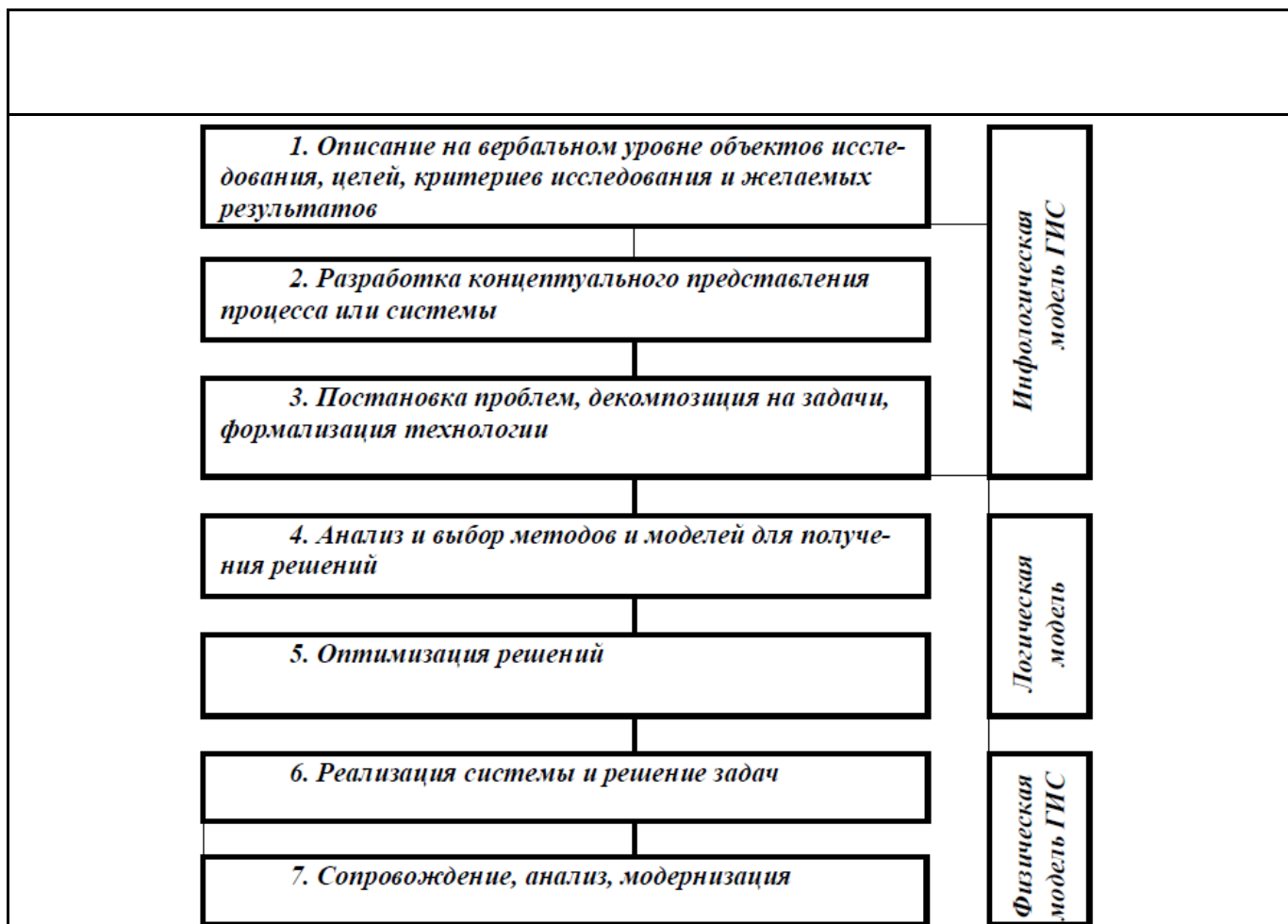


Рис. 1. Этапы разработки обобщённой ГИС

Также в первом приближении перечислим желаемые сервисы:

- поиск и визуализация объектов с учётом их расположения;
- ведение учёта материально-технического оснащения;
- учёт инженерных коммуникаций;
- виртуальные экскурсии по вузу;
- размерный анализ – расчёт геометрических характеристик: длин, площадей, объёмов и т. п.;
- роутинг: построение маршрутов для различных целей (навигации, путей эвакуации и т. п.);
- прочие задачи, для решения которых необходима автоматизированная обработка как атрибутивной, так и размерной и позиционной информации.

Выше были приведены и кратко охарактеризованы лишь некоторые из сфер применения ГИС в хозяйственной деятельности вузов. Но и они наглядно свидетельствуют о том, что формирование геоинформационной среды оценки обеспечивает поддержку принятия управляющих решений, направленных на нормализацию протекания учебного процесса, обеспечение качества условий работы и общего повышения эффективности деятельности вуза.

Анализ требований показал, что проектируемая ГИС будет классифицироваться [1] по следующим критериям:

1. функциональным возможностям – полнофункциональная общего назначения;
2. архитектурному принципу построения – открытая;
3. территориальному (пространственному) охвату – локальная;
4. проблемной ориентации – инженерная, инвентаризационная;
5. способу организации пространственных данных – векторная (2D и 3D);
6. масштабу – крупномасштабная с использованием разномасштабных локаций.

В качестве исходных данных выступают план землеустройства, поэтажные планы зданий, схемы и планы коммуникаций.

В соответствии со вторым этапом разработки обобщённой ГИС дадим описание концепции решения проблемы: выбор необходимых методов решения задач, подбор алгоритмов, выбор ГИС-оболочки.

Анализ требований и выполнение классификации приводит к выбору следующих архитектурных решений и инструментария для разработки ГИС.

Одной из особенностей разрабатываемой ГИС является представление объектов в виде 3D-моделей с достаточной полнотой и точностью, использование трёхмерных систем координат для позиционирования и задания геометрии объектов. Поэтому было принято решение отказаться от использования готовых ГИС-оболочек и реализовать систему самостоятельно.

При анализе требований особое внимание было уделено реализации 3D-графики в веб-приложении. Одним из самых популярных решений в данной области является WebGL [10]. Однако прямое использование данной низкоуровневой библиотеки является неоптимальным. После изучения высокоуровневых графических библиотек, построенных над WebGL, выбор был сделан в пользу Three.js [9].

Three.js – кроссбраузерная библиотека JavaScript, используемая для создания и отображения анимированной компьютерной 3D-графики при разработке веб-приложений. Three.js работает во всех браузерах, которые поддерживают технологию WebGL.

Для реализации ГИС выбран вариант веб-приложения с трёхуровневой архитектурой. Стек программных технологий (full-stack на JavaScript): Nuxt, NestJS, TypeORM. Инфраструктурный стек (open source): PostgreSQL, Nginx, Docker.

Чтобы использовать разномасштабные локации: кампус, здание (сооружение), этаж, аудитория – выделяем масштабные уровни (см. рис. 2). Все масштабные уровни имеют как общие параметры, так и свои особенности, например, в вопросах отображения, навигации, доступа.

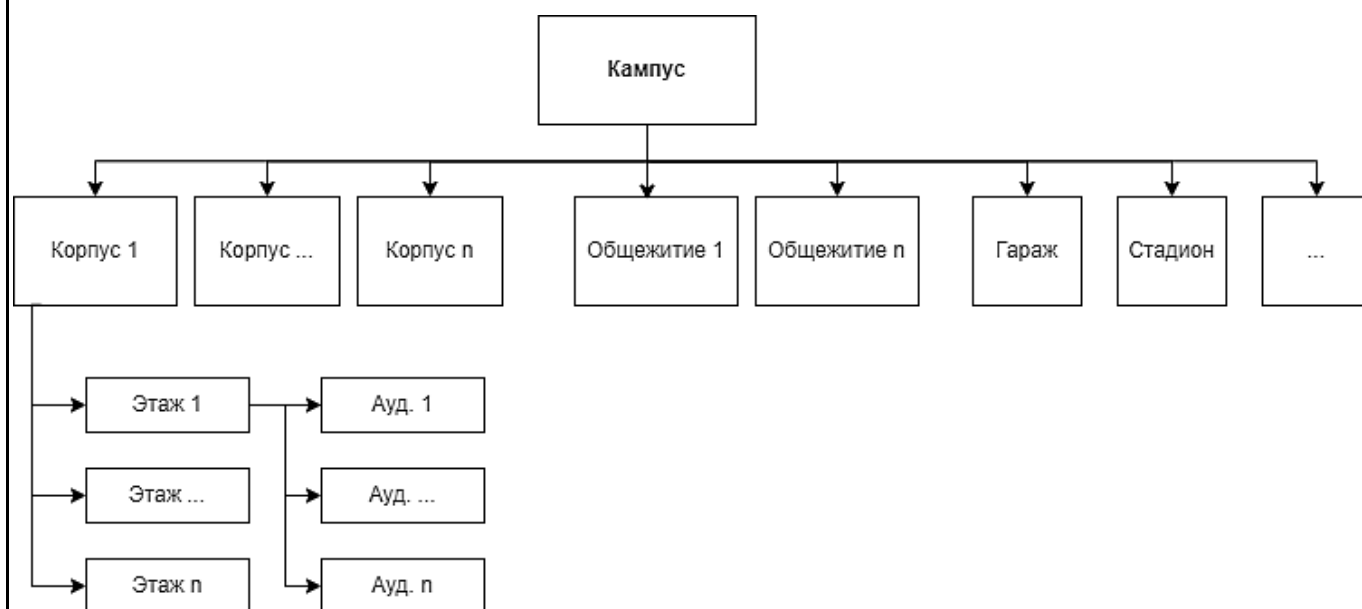


Рис. 2. Масштабные уровни ГИС

При наполнении ГИС возникает задача конвертации плоских моделей (план землеустройства, поэтажные планы зданий, схемы и планы коммуникаций), представленных в различных форматах, в трёхмерные геометрические модели ГИС с последующим формированием описательной (атрибутивной) информации. В качестве системы геометрического моделирования для подготовки моделей объектов был выбран Blender [7].

Blender – профессиональное свободное открытое программное обеспечение для создания трёхмерной компьютерной графики. В настоящее время пользуется большой популярностью в связи с его быстрым стабильным развитием и технической поддержкой.

Последовательность подготовки геометрических моделей с помощью Blender:

1. импорт исходного материала (схемы и планы);
2. настройка масштаба, положения и поворота;
3. моделирование на основе импортированных референсов;
4. подготовка текстур и материалов;
5. настройка освещения;
6. оптимизация для Three.js:
  - уменьшение количества полигонов, слияние объектов;
  - уменьшение размеров (разрешения) текстур;
  - оптимизация карт;
  - запекание текстур;
7. экспорт в формат glTF со сжатием (draco).

Выбор формата glTF обусловлен тем, что он оптимизирован для web и мобильных приложений, а авторами являются разработчики WebGL и Three.js.

Таким образом, на текущий момент в рамках проекта разработки ГИС кампуса университета были выполнены первые два этапа проектирования (анализ требований, выбор инструментария и определение общих принципов построения архитектуры системы).

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Кащенко, Н. А. Геоинформационные системы: учеб. пособие для вузов / Н. А. Кащенко, Е. В. Попов, А. В. Чечин; Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2012. – 130 с.
2. Королев, Ю. К. Общая геоинформатика. Вып. 1 / Ю. К. Королев. – М.: СП Дата+, 1998. – 71 с.
3. Цветков, В. Я. Геоинформационные системы и технологии / В. Я. Цветков. – М.: ФиС, 1998. – 368 с.
4. Гузаиров, М. Б. ГИС для управления хозяйственной и учебной деятельностью вуза / М. Б. Гузаиров, С. В. Павлов, О. И. Христодуло // ArcReview: сайт. – URL: <https://arcreview.esri-cis.ru/2005/05/13/economic-and-educational-activities-of-university> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст: электронный.
5. ГИС в вопросах хозяйственного учёта и управления вузом // Н. И. Куракина, О. А. Ивашенко, Н. В. Гавричкина, А. А. Кондрашова // ArcReview: сайт. – URL: <https://arcreview.esri-cis.ru/2008/10/09/gis-for-campus-administration> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст: электронный.
6. Построение университета будущего в г. Калгари // ArcReview: сайт. – URL: <https://arcreview.esri-cis.ru/2015/10/03/building-a-university-of-the-future/> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст: электронный.
7. Blender: сайт. – URL: <https://www.blender.org> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст: электронный.
8. ESRI: сайт. – URL: <https://www.esri-cis.com/ru-ru/home> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст: электронный.
9. Three.js: сайт. – URL: <https://threejs.org> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст: электронный.
10. WebGL: сайт. – URL: <https://www.khronos.org/webgl> (дата обращения: 25.04.2024). – Текст: электронный.