

# Формирование единого информационного пространства предприятия на основе интеграции геоинформационных систем и систем моделирования зданий и сооружений.

Д.А. Кривошеев, Д.В. Блинова

**Аннотация** — в данной статье рассмотрена проблема разрозненности корпоративных данных о пространственно-распределенных объектах компаний нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отрасли, представленных в виде документов и чертежей. Описаны преимущества совместного использования геоинформационных систем (ГИС) и сторонних баз данных информационных систем и программных продуктов. Показано, что важной задачей является формирование единой системы получения актуальной информации о пространственно-распределенных объектах организации в удобном формате с минимальными затратами времени. Проанализировано, в каких случаях использование геоинформационных систем совместно с трехмерными цифровыми информационными моделями может привести к большей эффективности рабочих процессов внутри организации. Описано применение BIM (Building Information Modeling) – информационного моделирования зданий и сооружений в корпоративных информационных системах. Исследованы возможности и приведены примеры взаимодействия BIM и ГИС, которые позволяют визуально отобразить интересующую местность, объекты и коммуникации на ней, зоны и территории с особыми условиями использования, а также проводить просмотр и анализ атрибутивной информации объектов. В работе обозначены основные текущие проблемы совместного использования разрозненных данных, хранящихся в виде двух- и трехмерных объектов различных форматов, предложены варианты их совместного использования, описаны возможные пути реализации одновременного доступа и взаимной модификации атрибутивных и пространственных данных.

**Ключевые слова** — библиотека JavaScript, геоинформационная система, оптимизация, пространственные данные, цифровая информационная модель.

## I. ВВЕДЕНИЕ

Корпоративные геоинформационные системы являются неотъемлемым и крайне необходимым инструментом любой организации нефтегазового сектора. Множество подразделений и специалистов внутри одной компании ведут проекты, связанные с одним и тем же объектом

или территорией и должны получать в реальном времени от смежных подразделений актуальные данные, влияющие на принимаемые решения. Объемы информации, которые в той или иной мере могут быть использованы в геопрограмном анализе и учёте в работе, постоянно растут. Совместно с этим, сокращается время, отводимое на поиск актуальной информации и выполнение рабочих поручений, а механизм ручного запроса информации у смежных подразделений может занять длительный промежуток времени по различным причинам: загруженность специалиста, ответственного за данные; отсутствие специалиста на рабочем месте в связи с командировкой, больничным или отпуском, а также возможными техническими неполадками. В связи с вышеуказанным, требуется систематизировать имеющиеся данные о пространственно-распределенных объектах и сделать их доступными для использования сотрудниками организации с учётом набора их задач.

Общей тенденцией предприятий в сфере ТЭК является цифровизация имеющихся картографических материалов. Планово ортофотоматериалы, результаты топосъемок, проектная документация и прочие данные обрабатываются, систематизируются и вносятся в существующие базы геоданных. За годы деятельности организации, как правило, накапливается множество документов и чертежей по каждому из существующих производственных объектов: проектная и рабочая документация, исполнительные съемки, отдельные проекты и работы, связанные с капитальным ремонтом и техническим оснащением. Кроме того, в нынешнее время часть задач по проектированию выполняется в трехмерном представлении, что также является отдельным видом информации по объектам инфраструктуры.

В своей работе специалисты различных структурных подразделений зачастую используют программное обеспечение по своему профилю дискретно от смежных подразделений. Передача тех или иных данных, чаще всего, осуществляется по запросу в ручном режиме. Основным недостатком такой организации взаимодействия, обусловленный функциональной

структурой предприятия [1], заключается в необходимости дополнительных временных затрат на формирование необходимых материалов.

Исходя из вышеизложенного, важной задачей является формирование системы получения актуальной информации о пространственно-распределенных объектах организации в удобном формате с минимальными затратами времени.

## II. ИНТЕГРАЦИЯ ГИС И BIM

Учитывая то, что большая часть данных, используемых в работе сотрудниками компаний нефтегазовой сферы,

так или иначе связана с объектами, имеющими пространственную привязку, эффективным инструментом для связи различных источников данных между собой являются геоинформационные системы (ГИС) [2], [3]. ГИС позволяют визуализировать интересующую местность, объекты и коммуникации на ней, зоны и территории с особыми условиями использования, а также проводить просмотр и анализ атрибутивной информации объектов (Рис. 1).

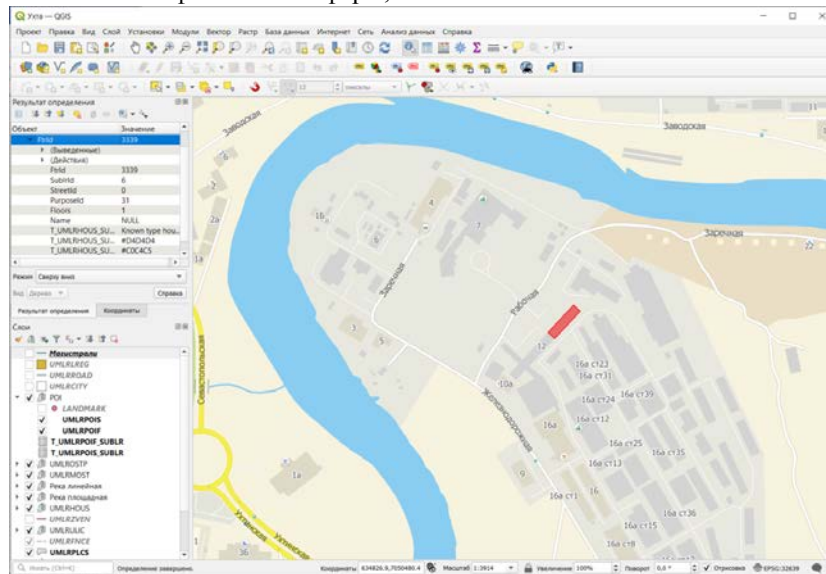


Рис. 1. Визуальное представление геопространственных данных в программном обеспечении QGIS

Для работы с геопространственными данными в организациях нефтегазового сектора важно иметь единую систему хранения данных, которая позволит совместно использовать имеющиеся материалы, а также предусмотреть все возможности доступа к данным для сотрудников.

При проектировании геоинформационной системы крупной организации стоит отдельно остановиться на вопросах функциональной и информационной безопасности [4], [5]. Текущие мировые события напрямую влияют на стратегию развития любой организации. Так, согласно [6], с 1 января 2025 года органам государственной власти, заказчикам запрещается использовать иностранное программное обеспечение на принадлежащих им значимых объектах критической информационной инфраструктуры. Данный указ не запрещает использовать зарубежное программное обеспечение полностью, но, вероятнее всего, с течением времени будет происходить замещение программного обеспечения в других областях. В ряде случаев имеются отечественные аналоги программ, либо программы с открытым программным кодом. Несмотря на то, что последние являются бесплатными и общедоступны для личного использования, в крупных компаниях существуют свои процедуры проверки подобных программ на безопасность и наличие уязвимостей.

Отечественные разработки программных продуктов в

сфере ГИС в той или иной мере могут закрыть функциональные потребности организаций. Как правило, недостающий функционал возможно заказать к разработке дополнительно и получить в перспективе с обновлением программного обеспечения. Но данный вариант не всегда подходит для компаний – адаптация готового программного продукта под все требования рабочих процессов может занять длительное время. В связи с этим, крупные организации нефтегазового сектора чаще всего заказывают разработку полноценных корпоративных ГИС, уже настроенных под свои нужды. Популярным путем разработки таких уникальных корпоративных продуктов является использование в качестве основы набора инструментов с открытым программным кодом.

К преимуществам данного подхода можно отнести:

- минимизацию затрат на разработку базовых функций системы;
- отсутствие привязки к лицензионным соглашениям с правообладателями;
- возможность при необходимости дополнения функционала системы готовыми модулями, разрабатываемыми тысячами специалистов по всему миру.

Отличительной особенностью разработки персонализированных, уникальных корпоративных геоинформационных систем является требование единовременного получения заказчиком программного

продукта с функционалом и подсистемами, закрывающим большую часть всех необходимых задач. Это связано со сложностью процессов формирования требований, обоснования экономической эффективности, выделения необходимого бюджета и прочих этапов подготовки к проведению закупочных процедур, так как каждая дополнительная потребность в расширении функционала требует прохождения всего пути согласований.

Непосредственно реализация корпоративной геоинформационной системы должна предусматривать возможность работы как через веб-интерфейс, так и с использованием настольных программных продуктов организации посредством подключения к базе геоданных системы. Такой подход наиболее удобен тем, что большую часть справочной информации специалист может оперативно получить через веб-браузер без установки дополнительного программного обеспечения. В том случае, если в процессе работы над своей частью проекта дополнительно требуется учитывать имеющуюся информацию об объектах, местности или территориальных зонах – предоставляется возможность подключения источника данных геоинформационной системы и использования их для решения задач.

ГИС, в классическом представлении, отображают массивы данных, связанные с определенной

территорией, в двумерном виде. Для большого числа задач геопространственного анализа, идентификации и визуализации данных этого достаточно. Но когда речь заходит о площадных объектах с большим количеством оборудования и коммуникаций между ними, представление становится неудобным и трудночитаемым. Для более детального представления производственных площадок и инфраструктуры эффективным решением является использование информационных моделей зданий и сооружений – BIM.

BIM (Building Information Modeling) – информационное моделирование зданий и сооружений, при котором создается объемная 3D-модель, где каждый объект связан с информационной базой данных и имеет назначаемые, взаимозависимые атрибуты [7], [8]. BIM используется для представления проекта в виде цифровой трехмерной модели, которая представляет собой виртуальную копию реального мира (Рис. 2). Это позволяет визуализировать сложные объекты и проводить подробный анализ и планирование работ, связанных с представленным объектом. BIM помогает в создании более эффективных проектов, уменьшая производственные расходы и улучшая качество проекта [9], [10].

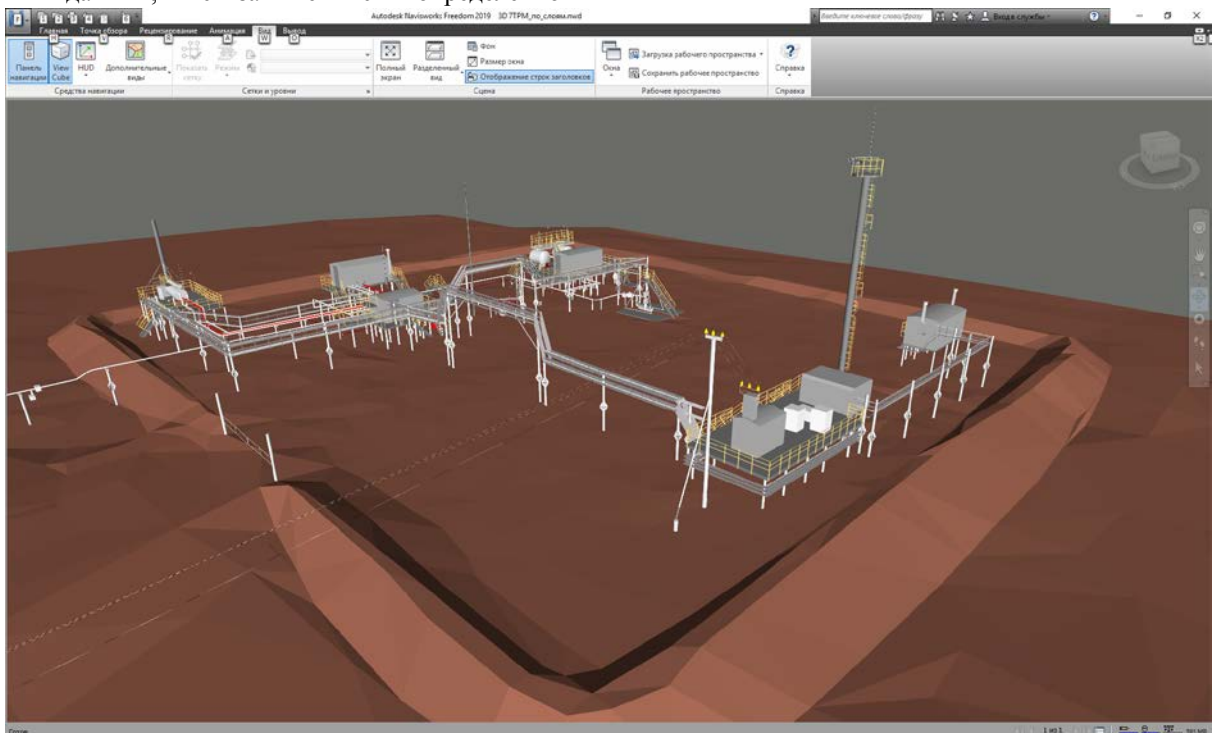


Рис. 2. Пример BIM производственного объекта

BIM предоставляет ряд преимуществ при проектировании, планировании, управлении и строительстве проектов. Основными преимуществами технологии BIM являются улучшение качества проекта, уменьшение производственных расходов, улучшение производительности и простота работы с информацией. BIM помогает профильным специалистам связывать информацию и принимать оптимальные решения по планированию проекта и позволяет сотрудникам

связываться и координировать всю информацию между собой, что существенно увеличивает эффективность работы.

Одним из недостатков технологии BIM является высокая стоимость приобретения и обслуживания необходимой техники и программного обеспечения. Кроме того, требования по поддержке актуальности каталогов типовых трехмерных объектов и обновлению программного обеспечения ведут к дополнительным

финансовым затратам. Также при работе с некоторыми программными продуктами в области BIM может быть затруднительным создать модель на основе имеющихся данных.

Дополнение информации об объектах, хранящейся в корпоративных ГИС элементами BIM видится авторам весьма полезным и перспективным, а в ряде задач – незаменимым. Но при этом возникает проблема использования трехмерных моделей зданий и сооружений совместно с представлением геоданных на плоскости в разрабатываемой корпоративной ГИС – доступных готовых программных продуктов, реализующий данный функционал, на текущий момент времени нет на рынке программного обеспечения.

Решение проблемы получения доступа к 3D-модели конкретного объекта, представленного в корпоративной ГИС, на начальном этапе авторам работы видится следующим образом: при идентификации объекта в списке атрибутивной информации геоинформационной системы отдельным полем должна выводиться гиперссылка на скачивание файла трёхмерной модели в формате \*.nwd из сетевого ресурса компании. Данный формат представляет собой готовую 3D-модель со всей атрибутивной информацией по каждому из элементов. В дальнейшем пользователь может локально работать с 3D-моделью в ПО Autodesk Navisworks Freedom, которое распространяется бесплатно и без ограничения срока действия, либо воспользоваться иными подобными доступными программными продуктами.

Данный способ работы с BIM наиболее прост и не требует дополнительных затрат, но он не позволяет синхронизировать изменения в базе геоданных и самой 3D-модели. Кроме того, вышеуказанный способ не дает использовать двух- и трехмерные представления совместно в полном объеме.

Оптимальный вариант совместного использования ГИС и BIM видится авторами следующим образом: при выделении определенного объекта в геоинформационной системе, имеющего готовую трехмерную модель, активируется функциональная панель с возможностью включения BIM в отдельном окне. После запуска трехмерного представления объект интереса должен быть автоматически подсвечен. При смене выделенного объекта в одном из представлений, во втором окне также должно автоматически происходить выделение соответствующего объекта. В случае редактирования атрибутивной информации в одном из представлений данные должны автоматически синхронизироваться. При редактировании геометрии (изменение конфигурации существующих или дополнении трехмерной модели новыми объектами) предлагается производить автоматическое проецирование объектов на плоское представление и преобразование в соответствии с действующим стандартом классификации в компании. При редактировании или добавлении объектов в двумерном представлении на трехмерной модели должно выводиться диалоговое окно с перечнем объектов с измененной геометрией. При выборе конкретной записи из перечня в

модели должно отображаться ориентировочное измененное положение объекта с возможностью корректировки конфигурации объекта. После внесения требуемых изменений должна проводиться процедура автоматической верификации двух- и трехмерного представления с последующим исправлением расхождений в данных в ручном режиме.

Предлагаемый вариант совместного использования ГИС и BIM гораздо сложнее реализуем – он требует детальной разработки технических требований и отдельной разработки модулей и механизмов синхронизации, а также влечет за собой дополнительные затраты на разработку. Но внедрение подобного функционала позволит максимально эффективно использовать существующий в организации массив данных и поддержания его в актуальном виде с наименьшими затратами рабочего времени специалистов.

С целью уменьшения затрат на разработку вышеуказанного функционала предлагается обратиться к имеющимся общедоступным наработкам в сфере интерпретации цифровых информационных моделей.

В случае использования в корпоративной среде ГИС предпочтительным вариантом является просмотр всей информации непосредственно через браузер. Учитывая то, что формат NWD является закрытым форматом компании Autodesk, а также мировую обстановку в целом – требуется применение более гибких решений.

Одним из самых популярных форматов обмена цифровыми информационными моделями между различными программными продуктами является формат IFC [11, 12].

IFC (Industry Foundation Classes) — открытый стандарт для формата представления данных BIM. Формат файлов разработан buildingSMART (International Alliance for Interoperability, IAI) для упрощения взаимодействия в строительной сфере.

К основным плюсам формата IFC можно отнести:

- совместимость: формат поддерживается большинством САПР-программ;
- структуризация данных и стандартизация требований;
- персонализация данных и контрольные точки;
- анализ данных: формирование файлов журнала при выгрузке.

Минусы формата IFC:

- нечёткая стандартизация формирования IFC-объектов;
- классификация данных: несовпадение национальных классификаторов;
- отсутствие некоторых классов затрудняет работу;
- лоббирование интересов крупных игроков на рынке BIM при дополнении и определении вектора развития стандарта IFC.

При всех плюсах и минусах данного формата – он является основным в мире BIM. Российские стандарты, вероятнее всего, в дальнейшем будут опираться на данный формат и его структуру.

С тенденцией перехода сервисов в облачные решения, начали появляться библиотеки открытого доступа и бесплатные программы по работе с BIM-моделями в

web, такие, как «Xeokit» [13], «IFC++» [14], «IfcOpenShell» и др. Одним из подобных инструментов является проект «IFC.JS».

«IFC.JS» даёт возможность BIM-специалистам или разработчикам из других сфер создавать собственные BIM-решения для различных бизнес-задач.

IFC.js – это библиотека JavaScript для работы с моделями IFC в браузере. Она полностью бесплатная и распространяется по свободной лицензии MIT.

Библиотека IFC.js является мультиязычной и состоит из трёх основных компонентов:

- web-ifc — ядро библиотеки. Отвечает непосредственно за чтение формата IFC;
- web-ifc-three — компонент отвечает за создание и отображение 3D-сцены из считанных ядром web-ifc данных;
- web-ifc-viewer — браузерный просмотрщик 3D-сцен, полученных после обработки предыдущими двумя компонентами. Кроме непосредственной визуализации, возможно дополнить окно пользователя готовыми базовыми инструментами работы с цифровой информационной моделью.

### III. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СЕРВИСА ДЛЯ ПРОСМОТРА IFC ФОРМАТА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ BIM ДАННЫХ

Для локального развёртывания сервиса предлагается следующий порядок действий:

#### Шаг 1. Установка среды разработки.

В качестве примера используется Visual Studio Code – редактор исходного кода, разработанный Microsoft для Windows, Linux и macOS, позиционируемый как «лёгкий» редактор кода для кроссплатформенной разработки веб- и облачных приложений. Распространяется бесплатно.

#### Шаг 2. Установка программной библиотеки Node.js.

Библиотека помогает создавать интерактивные веб-сайты и приложения. Она работает на серверах и позволяет быстро обрабатывать запросы от пользователей. Распространяется бесплатно.

#### Шаг 3. Создание папки проекта.

Через терминал в Visual Studio Code создается папка проекта, который иницируется посредством команды `npm init`. Все параметры в системном диалоге остаются по умолчанию. В итоге в проекте появляется файл `package.json` с основной информацией о проекте (Листинг 1). Дополнительно, в случае отсутствия, требуется вписать в данный файл свойство `"type": "module"`. В противном случае при запуске итогового сервиса среда выдаст ошибку.

Также, в файле `package.json` необходимо изменить команды в области `scripts` для удобного управления объединением/сборки проекта. В каждой команде необходимо указать относительный путь к файлу конфигурации `rollup`.

Листинг 1 – Содержимое файла `package.json`

```
{
  "name": "example",
  "version": "1.0.0",
  "description": "-",
  "main": "app.js",
  "type": "module",
  "scripts": {
```

```
"build": "rollup -c ./rollup.config.js",
  "watch": "rollup -w -c ./rollup.config.js"
},
"author": "",
"license": "ISC",
"devDependencies": {
  "@rollup/plugin-node-resolve": "^11.2.1",
  "rollup": "^2.79.1"
},
"dependencies": {
  "three": "^0.149.0",
  "web-ifc-three": "^0.0.126"
}}
```

Шаг 4. Установка библиотеки `web-ifc-three` и сборщика проекта для JavaScript `rollup.js`.

Листинг 2 – Команды установки компонентов через терминал

```
npm i web-ifc-three
npm i rollup --save-dev
npm i @rollup/plugin-node-resolve --save-dev
```

Далее, необходимо скопировать файл `web-ifc.wasm` в директорию проекта. Файл находится в директории `node_modules/web-ifc` и в примере будет размещен в корне проекта. Этот файл необходим для чтения и записи IFC файлов.

#### Шаг 5. Создание html-документа

Для запуска примера потребуется html-документ, при запуске которого будет визуализироваться трехмерная сцена. В корневой директории проекта необходимо создать новый файл `index.html` и заполнить его данными (Листинг 3).

Листинг 3 – Содержимое файла `index.html`

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head>
    <meta charset="UTF-8"/>
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible"
content="IE=edge"/>
    <meta name="viewport" content="width=device-width,
initial-scale=1.0"/>
    <link rel="stylesheet" href="styles.css"/>
    <title>Document</title>
  </head>
  <body> <!--Элемент для загрузки файлов с расширением
ifc--><input type="file" name="load" id="file-input"
accept=".ifc"/>
    <!--Элемент для рендеринга 3D-сцены--><canvas
id="three-canvas"></canvas>
    <!--Скрипт собранного приложения--><script
src="bundle.js"></script>
  </body>
</html>
```

#### Шаг 6. Создание файла стилей

Для настройки расположения и отображения элементов на html-странице необходимо создать файл стилей `styles.css`.

Листинг 4 – Содержимое файла `styles.css`

```
* { margin: 0; padding: 0; box-sizing: border-box;}
html, body { overflow: hidden;}
#three-canvas { position: fixed; top: 0; left: 0;
outline: none;}
#file-input { z-index: 1; position: absolute;}
```

#### Шаг 7. Создание файла конфигурации

Отдельный файл конфигурации `rollup.config.js` содержит перечень ранее установленных и используемых в работе сервиса компонентов.

Листинг 5 – Содержимое файла `rollup.config.js`



```
import resolve from "@rollup/plugin-node-resolve";

export default {
  input: "app.js",
  output: [
    {
      format: "esm",
      file: "bundle.js",
    },
  ],
  plugins: [resolve()],
};
```

### Шаг 8. Создание и настройка 3D-сцены.

Создается файл app.js, ранее прописанный в конфигурационном файле rollup.config.js.

Листинг 6– Содержимое файла app.js

```
import {
  AmbientLight,
  AxesHelper,
  DirectionalLight,
  GridHelper,
  PerspectiveCamera,
  Scene,
  WebGLRenderer,
} from "three";
import { OrbitControls } from
"three/examples/jsm/controls/OrbitControls.js";
import { IFCLoader } from "web-ifc-three/IFCLoader";

//Создание сцены Three.js
const scene = new Scene();

//Объект для сохранения размера видового экрана
const size = {
  width: window.innerWidth,
  height: window.innerHeight,
};

//Создание точки обзора сцены пользователем
const aspect = size.width / size.height;
const camera = new PerspectiveCamera(75, aspect);
camera.position.z = 15;
camera.position.y = 13;
camera.position.x = 8;

//Создание освещения
const lightColor = 0xfffff;

const ambientLight = new AmbientLight(lightColor,
0.5);
scene.add(ambientLight);

const directionalLight = new
DirectionalLight(lightColor, 1);
directionalLight.position.set(0, 10, 0);
directionalLight.target.position.set(-5, 0, 0);
scene.add(directionalLight);
scene.add(directionalLight.target);

//Настройка средства визуализации, извлекая границы
HTML-файла.
const threeCanvas = document.getElementById("three-
canvas");
const renderer = new WebGLRenderer({
  canvas: threeCanvas,
  alpha: true,
});

renderer.setSize(size.width, size.height);
renderer.setPixelRatio(Math.min(window.devicePixelRati
o, 2));

//Создание оси и сетки
const grid = new GridHelper(50, 30);
scene.add(grid);
```

```
const axes = new AxesHelper();
axes.material.depthTest = false;
axes.renderOrder = 1;
scene.add(axes);

//Создание инструментов вращения сцены
const controls = new OrbitControls(camera,
threeCanvas);
controls.enableDamping = true;
controls.target.set(-2, 0, 0);

//Создание анимации
const animate = () => {
  controls.update();
  renderer.render(scene, camera);
  requestAnimationFrame(animate);
};

animate();

//Динамическое масштабирование
window.addEventListener("resize", () => {
  size.width = window.innerWidth;
  size.height = window.innerHeight;
  camera.aspect = size.width / size.height;
  camera.updateProjectionMatrix();
  renderer.setSize(size.width, size.height);
});

//Загрузка IFC-файлов
const ifcLoader = new IFCLoader();

const input = document.getElementById("file-input");
input.addEventListener(
  "change",
  (changed) => {
    const file = changed.target.files[0];
    var ifcURL = URL.createObjectURL(file);
    ifcLoader.load(ifcURL, (ifcModel) =>
scene.add(ifcModel));
  },
  false
);tURL(file);
  ifcLoader.load(ifcURL, (ifcModel) =>
scene.add(ifcModel));
  },
  false
);
```

### Шаг 9. Установка расширения Live Preview

Расширение устанавливается в среде Visual Studio Code для просмотра работы итогового сервиса через браузер. Далее должны быть запущены команды в терминале среды разработки для финального запуска разрабатываемого сервиса.

Листинг 7 – Команды для финального запуска сервиса через терминал

```
npm run build
```

```
npm run watch
```

Стоит отметить, что при компиляции среда разработки выдала ошибки на отсутствие одной из утилит из компонента Three.

Ошибка была устранена дополнением строки с путем к утилите расширения «.js»:

```
import { mergeBufferGeometries } from
'three/examples/jsm/utils/BufferGeometryUtils.js';
```

Вторая ошибка была также связана с данной утилитой. Скрипт IFCLoader.js ссылался на

отсутствующую функцию `mergeBufferGeometries`. Вопрос решён путем переименования функции `mergeGeometry` на `mergeBufferGeometries`.

В итоге был получен рабочий базовый сервис

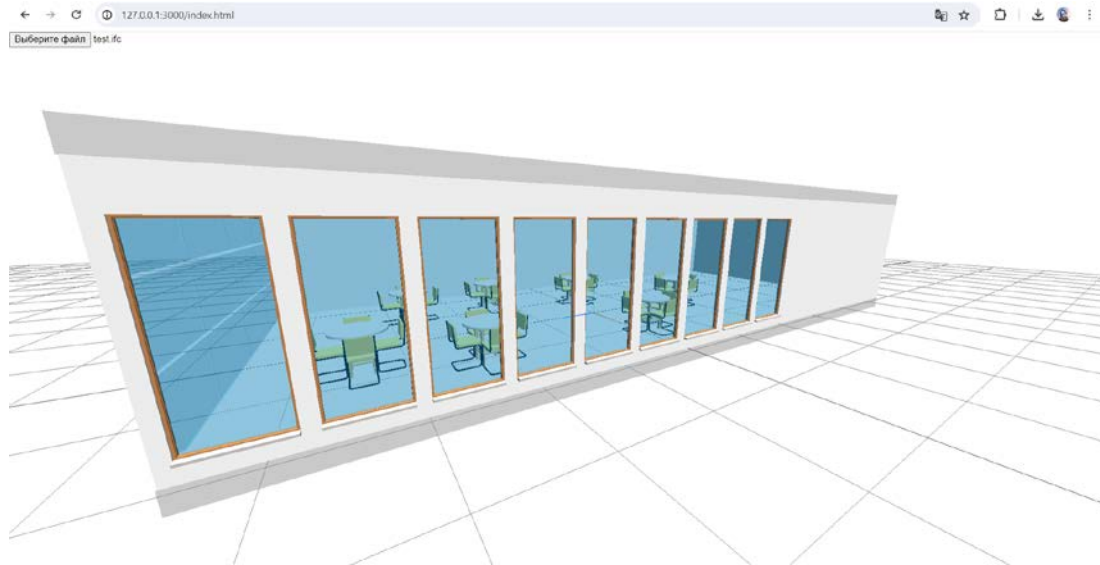


Рис. 3. Результат работы сервиса просмотра IFC-файлов

В дальнейшем возможно дополнение сервиса уже имеющимися инструментами и функциями из библиотеки `IFC.js` или доработка сервиса путем реализации отсутствующих элементов. Последующее внедрение сервиса в существующую веб-ГИС организации и наращивание связей между двумерным представлением данных в ГИС и трехмерным представлением ЦИМ видится авторам важной и актуальной задачей.

#### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ВИМ и ГИС тесно связаны друг с другом. ВИМ предоставляет пространственные данные и модели, которые могут использоваться для управления и распределения информации о географических объектах на больших пространственных масштабах. ГИС использует данные ВИМ для создания интерактивных карт и визуализации географических данных. Таким образом, ГИС помогает представить информацию о географических объектах в контексте пространственных данных, которые предоставлены ВИМ. Это позволяет пользователям получать более полную информацию о пространственных структурах и существенно упрощает их анализ. Поиск решения задачи объединения ВИМ, ГИС, растровых, табличных и иных представлений информации об объектах длителен и трудоемок, но консолидация всех возможных данных в одной системе, безусловно, позволит упростить выполнение рабочих задач большинства сотрудников и улучшить эффективность работы в целом.

В работе описан опыт интеграции ВИМ и ГИС на основе свободно распространяемого программного обеспечения. Применение данного подхода служит основой для дальнейшего развития процесса слияния технологий геопро пространственного и цифрового трехмерного моделирования зданий и сооружений, что

позволит в едином информационном пространстве хранить и обрабатывать данные предприятия.

#### БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Л. А. Горшкова, Т. Н. Одиноква “Функциональная структура крупного предприятия: диагностика и изменения”, *Российское предпринимательство*, №11-2, С. 48-54, 2010.
- [2] С. В. Павлов, Р. З. Хамитов, О. И. Христодело “Интеграция геoinформационных систем в корпоративные информационные системы крупных предприятий и организаций”, *Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета*, Т. 9, № 2, С. 50-57. 2007.
- [3] А. Р. Гизатуллин, Т. М. Усов “Перспективы использования корпоративной инфраструктуры пространственных данных на предприятиях трубопроводного транспорта нефти”, *Газовая промышленность*, № S4 (732), С. 67-69, 2015.
- [4] В. В. Липаев, *Функциональная безопасность программных средств*. М.: СИНТЕГ, 2004, 348 с.
- [5] Д. В. Блинова, В. Е. Гвоздев “Концептуальные основы анализа дефектов функциональной безопасности АПК”, *Труды XVII международной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах»*, Самара, 2015, С. 590-595
- [6] *О мерах по обеспечению технологической независимости и безопасности критической информационной инфраструктуры российской федерации*, Указ Президента РФ от 30.03.2022 № 166
- [7] В. В. Талапов *Технология ВИМ: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий*. М.: ДМК Пресс, 2015. 410 с.
- [8] В.П. Куприяновский, С.А. Сиягов, А.П. Добрынин “ВИМ - Digital Economy. How to achieve the success? A practical approach to the theoretical concept. Part 1: Approaches and the main advantages of BIM”, *International Journal of Open Information Technologies*, Vol 4, № 3, 2016.
- [9] З. А. Айроян, А. Н. Коркишко “Управление проектами нефтегазового комплекса на основе технологий информационного моделирования (ВИМ-технологий)”, *Инженерный вестник Дона*, №4 (43). С. 151-158, 2016.
- [10] В.С. Рашев, Н.С. Астафьева, Л.С. Рогожкин, В.Ю. Григорьев “Анализ внедрения технологии информационного моделирования в Российских строительных компаниях по проектированию и строительству инженерных систем”, *Вестник Евразийской науки*, №3, С. 11-26, 2020.
- [11] И. М. Дашкевич “Актуальность и перспективы использования формата IFC в информационном проектировании объектов инфраструктуры”, *материалы Всероссийской научной*

*конференции с международным участием Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки*, Москва, 2016, С. 445-448.

- [12] ISO стандарты в Open BIM [Электронный ресурс], режим доступа: <http://openbim.ru/openbim/standards.html>.
- [13] Xeokit: Web Programming Toolkit for AEC Graphics [Электронный ресурс], режим доступа: <https://xeokit.io/>
- [14] Open source IFC implementation for C++ [Электронный ресурс], режим доступа: <https://ifcquery.com/>



# Formation of a unified information space of an enterprise based on the integration of geographic information systems and systems for modeling buildings and structures

D. A. Krivosheev, D. V. Blinova

**Abstract**—this article describes the problem of incoordination of companies corporate data on spatially distributed objects in the oil production and oil refining industries, presented in the form of documents and drawings. The advantages of joint use of geographic information systems (GIS) and outside databases of information systems and software products are described. It is shown that an important task is the formation of a unified system for obtaining up-to-date information about spatially distributed objects of an company in a convenient format with minimal time. It is analyzed in which cases the use of geographic information systems in conjunction with three-dimensional digital information models can lead to greater efficiency of company's work processes. The application of BIM (Building Information Modeling) - information modeling of buildings and structures in corporate information systems is described. Examples of interaction between BIM and GIS which allow to display the area of interest, objects and communications on it, zones and territories with special conditions of use are given. The work identifies the main actual issues of sharing disparate data stored in the form of two- and three-dimensional objects of various formats, suggests options for their joint use, and describes possible ways to implement synchronous access and mutual modification of attribute and spatial data.

**Keywords**—digital information model, geographic information system, JavaScript library, optimization, spatial data.

## REFERENCES

- [1] L. A. Gorshkova, T. N. Odinkova "Functional structure of a large enterprise: diagnostics and changes", *Russian Entrepreneurship*, Vol. 11-2, pp. 48-54, 2010.
- [2] S. V. Pavlov, R. Z. Khamitov, O. I. Khristodoulo "Integration of geographic information systems into corporate information systems of large enterprises and organizations," *Bulletin of the Ufa State Aviation Technical University*, Vol. 9, No. 2, pp. 50-57, 2007.
- [3] A. R. Gizatullin, T. M. Usov "Prospects for the use of corporate spatial data infrastructure at oil pipeline transport enterprises," *Gas Industry*, Vol. S4 (732), pp. 67-69, 2015.
- [4] V. V. Lipaev, *Functional safety of software*. M.: SINTEG, 2004, 348 p.
- [5] D. V. Blinova, V. E. Gvozdev "Conceptual basis for the analysis of defects in the functional safety of hardware-software complexes", *Proceedings of the XVII international conference "Problems of control and modeling in complex systems"*, Samara, 2015, pp. 590-595
- [6] *On measures to ensure technological independence and security of the critical information infrastructure of the Russian Federation*, Decree of the President of the Russian Federation dated March 30, 2022 No. 166
- [7] V. V. Talapov *BIM technology: the essence and features of the implementation of building information modeling*. M.: DMK Press, 2015. 410 p.
- [8] V. P. Kupriyanovsky, S. A. Sinyagov, A. P. Dobrynin "BIM - Digital Economy. How to achieve the success? A practical approach to the theoretical concept. Part 1: Approaches and the main advantages of BIM", *International Journal of Open Information Technologies*, Vol 4, № 3, 2016.
- [9] Z. A. Airoyan, A. N. Korkishko "Project management of the oil and gas complex based on information modeling technologies (BIM technologies)", *Engineering Bulletin of Don*, Vol. 4 (43). pp. 151-158, 2016.
- [10] V. S. Rashev, N. S. Astafeva, L. S. Rogozhkin, V. Iu Grigorev. "Analysis of the implementation of information modeling technology in Russian construction companies for the design and construction of engineering systems", *The Eurasian Scientific Journal*, Vol 3(12), pp/11-26, 2020
- [11] I. M. Dashkevich "Relevance and prospects for using the IFC format in information design of infrastructure facilities", *Proceedings of the All-Russian scientific conference with international participation "Current state, problems and prospects for the development of industrial science"*, Moscow, 2016, pp. 445-448.
- [12] ISO standards in Open BIM [Online]. Available: <http://openbim.ru/openbim/standards.html>.
- [13] Xeokit: Web Programming Toolkit for AEC Graphics [Online]. Available: <https://xeokit.io/>
- [14] Open source IFC implementation for C++ [Online]. Available: <https://ifcquery.com/>