

S. A. Abbas, A. I. Vodyaho  
Saint Petersburg Electrotechnical University

N. A. Zhukova  
Saint Petersburg Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (SPCRAS)

## ARCHITECTURAL DESIGN OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS BUILT ON THE INTERNET OF THINGS PLATFORMS

*Discusses the architectural stage of designing cyber-physical systems built on fog computing platforms. The main types of variability encountered in modern cyber-physical systems are analyzed, the architecturally significant characteristics are determined, and typical statements of architectural design problems for the class of systems under consideration are given. The sequence of architectural decision-making in the design of cyber-physical systems with a high level of variability is proposed. Typical mechanisms for managing variability are considered. The impact of variability on the main architecturally significant parameters, such as performance, availability, and total cost of ownership, is evaluated. The proposed approach focuses primarily on the design of large-scale distributed cyber-physical systems. The considered approach was used in the construction of a number of real cyber-physical systems belonging to various subject domains, such as production systems, a system for monitoring the state of cable television systems. Currently, the authors are working on the creation of an educational content management system.*

**Architectural design, agility, cyber-physical systems, Internet of things, fog platforms**

УДК 004.9, 004.42

А. С. Букунов  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

## Автоматизированная система для управления строительными проектами

*Описывается автоматизированная система, которая позволяет существенно упростить процесс управления проектами в строительстве и может быть использована при информационном моделировании зданий (BIM – Building Information Modeling). В системе предусмотрены различные возможности для пользователей, обладающих разными правами доступа к информации, хранящейся в базе данных приложения. Для пользователей приложения были реализованы следующие роли: администратор, BIM-менеджер, коммерческий менеджер, менеджер планового отдела, специалист снабжения, архитектор, проектировщик-конструктор, инженер по сетям, строитель. Система реализована в виде веб-приложения, написанного на языке PHP с помощью фреймворка Yii. Для хранения информации об используемых при реализации строительного проекта чертежах, оборудовании, материалах и т. п. была спроектирована и реализована реляционная база данных (БД), работа с которой осуществляется с помощью системы управления базами данных (СУБД) MySQL. Для решения некоторых задач использовались языки HTML и CSS. Работа с системой не требует установки дополнительного программного обеспечения, для этого достаточно доступа к сети Интернет.*

**Автоматизация бизнес-процессов, автоматизированная информационная система, информационное моделирование зданий, веб-приложение, база данных**

В настоящее время как в России, так и во всем мире происходит бурное развитие BIM-технологий [1]. Проблемы, с которыми столкнулись разработчики BIM-систем, оказались настолько глобальными, что несмотря на колос-

сальные усилия многочисленного числа разработчиков по всему миру, до сих пор не создано ни одной автоматизированной информационной системы, которую можно было бы назвать действительно полноценной BIM-системой, связываю-

щей и объединяющей в одно целое то гигантское количество разнородной информации, которая используется при реализации различных проектов в строительной сфере. Возможным способом решения многих задач, возникающих при создании единой системы управления информационными потоками в рамках BIM, становится создание автоматизированных информационных систем в виде веб-приложений. Наличие такого приложения позволяет компании оптимизировать работу сотрудников, увеличить эффективность управления строительными проектами, повысить оперативность принятия решений. К преимуществам использования веб-приложений следует отнести отсутствие привязки к конкретному программному обеспечению и к конкретной локации пользователя, поскольку работа с таким приложением может осуществляться из любой точки мира и с любого устройства, будь то настольный компьютер, ноутбук, планшет или телефон. Для этого необходим только браузер и доступ к сети Интернет.

**Цель разработки.** Цель данных исследований заключается в создании веб-приложения, позволяющего работать в едином информационном пространстве всем участникам процесса строительства – от создания проекта до его практической реализации.

**Основная функциональность приложения.** Приложение представляет собой многостраничное веб-приложение. Каждая его страница предназначена для работы с определенной информацией, а именно:

- Коммерция – содержит полную информацию о заказчиках.
- Проекты – содержит список всех проектов с возможностью просмотра детальной информации по каждому проекту, как завершенному, так и незавершенному.
- Снабжение – содержит информацию о материалах и оборудовании, используемых для каждой проектной серии.
- Работы по проекту – содержит полную информацию о работах, которые должны быть выполнены в ходе реализации конкретного проекта;
- Модель BIM – содержит сводную информацию о проекте.
- Управление пользователями – предназначена для работы с учетными записями пользователей.

Работу с приложением могут осуществлять только авторизованные пользователи. Каждому пользователю соответствует своя роль (статус), определяющая его возможности (права доступа) при работе с приложением. Другими словами, пользователь с конкретным статусом имеет доступ к индивидуальным наборам таблиц базы данных и страниц приложения.

В приложении для пользователей реализованы следующие роли:

- администратор;
- менеджер BIM;
- специалист снабжения;
- коммерческий менеджер;
- архитектор;
- проектировщик-конструктор;
- инженер по сетям;
- менеджер планового отдела;
- строитель.

Наибольшими возможностями обладают пользователи с правами администратора. Они имеют доступ ко всем таблицам как в режиме просмотра, так и в режиме редактирования. В частности, пользователи, имеющие статус администратора, могут создавать, редактировать и удалять информацию:

- о пользователях;
- проектах;
- заказчиках;
- договорах;
- чертежах;
- материалах и оборудовании;
- работах по проекту.

Для отображения процессов взаимодействия пользователей с информационной или программной системой, как правило, используются диаграммы вариантов использования, создаваемые с помощью унифицированного языка моделирования UML (Unified Modeling Language) [2]. UML-диаграмма для всех других (кроме администратора) пользователей приложения приведена на рис. 1.

**База данных.** Для хранения данных, необходимых для работы приложения, была спроектирована и реализована реляционная база данных [3]. К наиболее удобным инструментам унифицированного представления данных относится ER-модель (Entity-relationship model), представляющая собой схему «сущность–связь» [4].

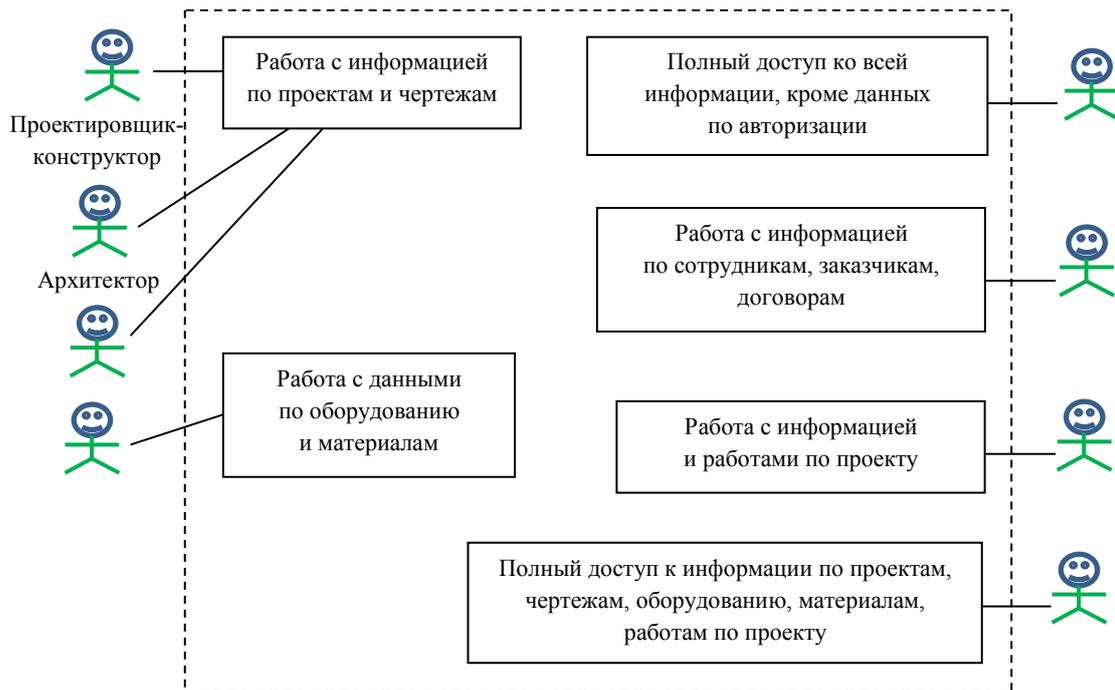


Рис. 1

ER-модель разработанной базы данных представлена на рис. 2.

К основным сущностям базы данных относятся следующие таблицы:

- Сотрудники – хранит персональную информацию о сотрудниках компании, в частности имя, пол, возраст, стаж, логин и пароль для входа в приложение.
- Заказчики – содержит сведения о заказчиках строительных проектов, в которых строительная организация является подрядчиком.
- Проекты – содержит полную информацию обо всех проектах, в частности даты начала и окончания проекта, его стоимость и др.; при этом в каждом конкретном проекте участвует конкретная группа сотрудников, конкретный перечень оборудования и материалов, а также каждому проекту соответствует конкретный комплект чертежей и договоров.
- Договоры – хранит информацию о заключенных договорах, а именно номер договора, его тип, срок действия, идентификаторы заказчика и проекта, в рамках которого заключен договор; при этом у одного и того же заказчика в рамках одного и того же проекта может быть заключено несколько договоров на разные виды работ.
- Чертежи – содержит информацию о чертежах, в частности идентификационный номер, дату составления, дату ревизии, данные разработчика чертежа, идентификатор проекта, к которому относится

данный чертеж, и др.; при этом одному проекту может соответствовать множество чертежей.

- Оборудование – содержит информацию о строительном оборудовании: серийный номер, марку, производителя, срок эксплуатации и др.; сведения об используемом в проекте оборудовании связаны с проектной серией, при этом в одной проектной серии может быть учтено несколько разных видов оборудования.

- Материалы – содержит сведения о материалах, используемых в процессе реализации строительных проектов: артикул, вид изделия, марка, производитель, количество на складе и др.; сведения об используемых в проекте материалах связаны с проектной серией; в одной проектной серии может быть учтено множество материалов различного вида.

- Проектные серии – хранит информацию о проектной серии; проектная серия представляет собой сводку по совокупности используемых материалов и используемого оборудования в рамках конкретного проекта; использование данной таблицы позволяет оперативно получить сведения о том, какой комплекс оборудования и материалов используется в том или ином проекте.

- Работы – хранит наименования видов работ, используемых в процессе реализации строительных проектов; в данном приложении был использован следующий список строительно-монтажных работ, используемых при строительстве объектов:

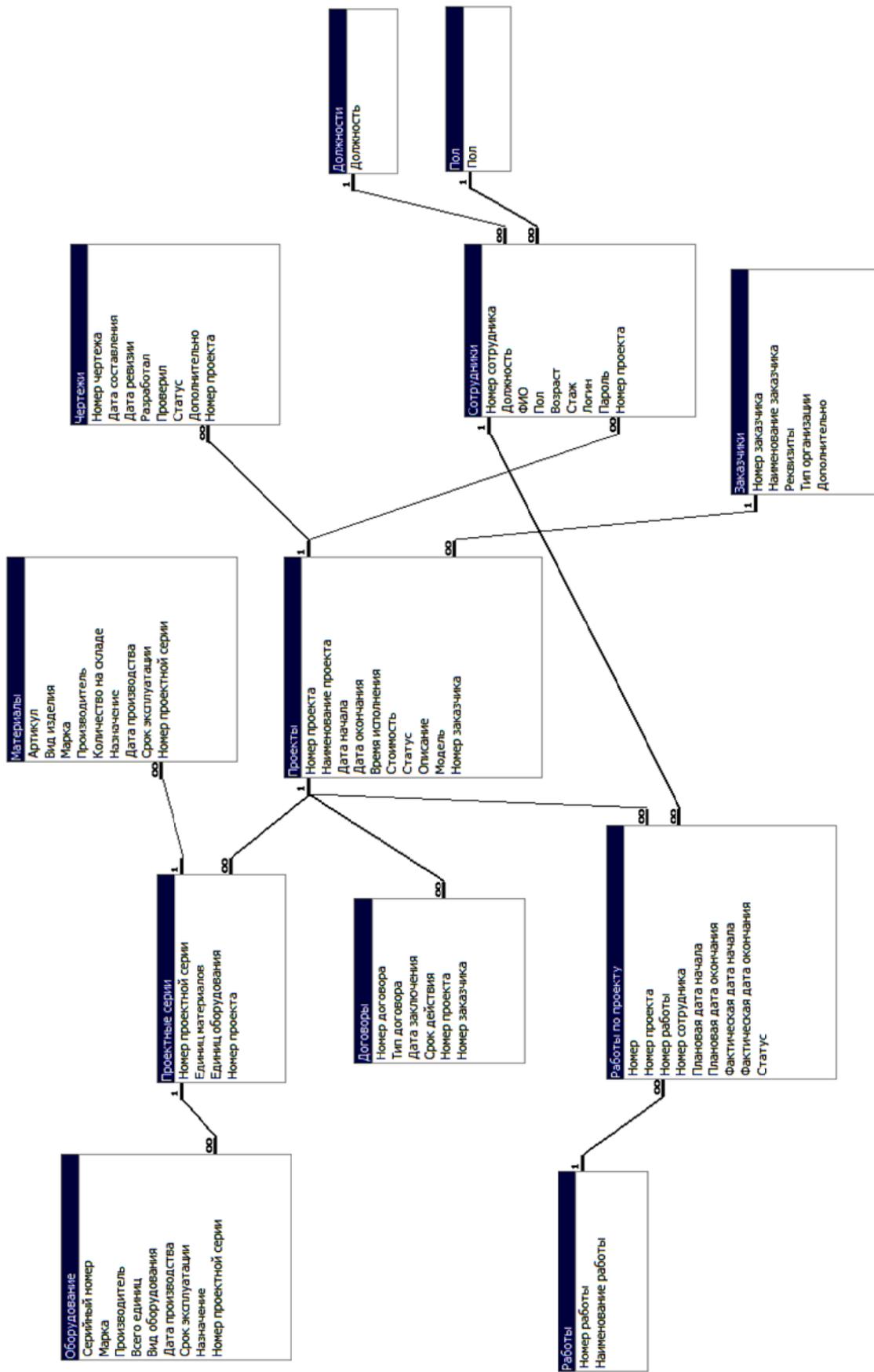


Рис. 2

- земляные работы;
- устройство искусственных оснований и буровые работы;
- бетонные работы;
- монтажные работы;
- каменные работы;
- изоляционные работы;
- отделочные работы;
- кровельные работы;
- монтаж инженерного оборудования зданий;
- электромонтажные работы;
- электросварочные работы;
- транспортные и погрузочно-разгрузочные работы;
- проходка подземных выработок.

• Работы по проекту – содержит сведения о работах, используемых в процессе реализации проекта; сведения об используемых в проекте работах связаны с проектом и с сотрудником, ответственным за выполнение данного вида работ по данному проекту.

Каждый пользователь приложения в соответствии со своей ролью (правами доступа) имеет доступ к индивидуальному набору таблиц базы данных, а именно:

• *Администратор* – имеет возможность выполнения всех операций с записями базы данных для любой таблицы. Также может изменять собственные и данные авторизации для других пользователей.

• *Менеджер BIM* – также, как и администратор, имеет доступ к изменению/добавлению/удалению данных для всех таблиц, но не имеет доступа к данным авторизации пользователей.

• *Специалист снабжения* – имеет полный доступ к операциям для таблиц: ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ, ПРОЕКТНЫЕ СЕРИИ.

• *Коммерческий менеджер* – имеет полный доступ к операциям для таблиц: СОТРУДНИКИ, ЗАКАЗЧИКИ, ДОГОВОРЫ, ПРОЕКТЫ.

• *Архитектор* – имеет полный доступ к операциям для таблиц: ПРОЕКТЫ, ЧЕРТЕЖИ.

• *Проектировщик-конструктор* – имеет полный доступ к операциям для таблиц: ПРОЕКТЫ, ЧЕРТЕЖИ.

• *Инженер по сетям* – имеет полный доступ к операциям для таблиц: ПРОЕКТЫ, ЧЕРТЕЖИ.

• *Менеджер планового отдела* – имеет полный доступ к операциям для таблиц: ПРОЕКТЫ, РАБОТЫ, РАБОТЫ ПО ПРОЕКТУ.

• *Строитель* – имеет полный доступ к операциям для таблиц: ПРОЕКТЫ, ЧЕРТЕЖИ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ, РАБОТЫ ПО ПРОЕКТУ.

**Используемые технологии.** Веб-приложение разработано на языке PHP [5] с помощью объектно-ориентированного компонентного фреймворка Yii [6], реализующего паттерн проектирования MVC (Model-View-Controller) [7].

В качестве основного средства для разработки интерфейса веб-приложения использовался язык разметки документов HTML [8]. Для упрощения оформления и интерактивности в качестве вспомогательного инструмента был использован формальный язык описания внешнего вида документа CSS [8].

При создании пользовательского интерфейса также был использован фреймворк bootstrap [9], содержащий различные CSS- и HTML-шаблоны для оформления компонентов интерфейса. Во всех шаблонах проекта использовался механизм наследования от базового шаблона.

Для взаимодействия с базой данных использовалась система управления базами данных MySQL [10].

**Результаты.** Далее приводятся описание функциональности всех страниц приложения и некоторые примеры работы приложения для различных групп пользователей.

Главная страница приложения, представленная на рис. 3, представляет собой стандартную форму авторизации, предлагающую пользователю ввести свой логин и пароль для входа в приложение.

Структура личного кабинета веб-приложения одинакова для всех пользователей приложения независимо от их роли. Различия заключаются в наборах доступных страниц, которые для каждой роли индивидуальны. На рис. 4 представлен личный кабинет пользователя с ролью «Администратор», которому доступен полный набор страниц приложения.

**Управление пользователями.** Страница доступна только пользователям с ролью «Администратор». На ней отображается вся информация о пользователях приложения из таблицы «Сотрудники». При нажатии на ссылку «Изменить» открывается стандартная форма, с помощью которой пользователь с правами администратора может создавать новых пользователей или редактировать данные существующих. Также предусмотрена возможность удаления пользователей,

для чего необходимо нажать на ссылку «Удалить» напротив выбранной записи. Внешний вид страницы представлен на рис. 4.

**Коммерция.** Страница доступна пользователям с ролью «Администратор», «Менеджер ВМ», «Коммерческий менеджер». На ней отображается вся информация о заказчиках (внешний вид представлен на рис. 5).

При нажатии на ссылку «Изменить» открывается форма «Управление заказчиками», с помощью которой можно отредактировать данные о выбранном заказчике.

При нажатии на ссылку «Просмотреть» открывается таблица «Информация о заключенных договорах», в которой содержится полная информация обо всех договорах, заключенных с данным заказчиком.

При нажатии на ссылку «Управление договорами», расположенную в нижнем левом углу страницы, открывается новая страница с формой для редактирования договоров и кнопкой «Шаблон договора», при нажатии на которую с помощью сервиса Google «Документы» открывается шаблон договора, который можно распечатать или сохранить на внешний диск компьютера или другого внешнего устройства. Внешний вид страницы представлен на рис. 6.

**Проекты.** Страница доступна всем пользователям, за исключением пользователей с ролью «Специалист снабжения». На странице отображается полная информация о проектах, в частности:

- название проекта;
- дата начала проекта;
- дата окончания проекта;
- стоимость проекта;
- статус проекта (завершен/не завершен).

Внешний вид страницы представлен на рис. 7.

При выборе конкретного проекта при нажатии на ссылку «Просмотреть» открывается детальная информация о выбранном проекте, в частности:

- краткая информация обо всех связанных с этим проектом договорах;
- краткая информация обо всех связанных с этим проектом заказчиках;
- полные сведения о проектной серии, связанной с этим проектом.

**Снабжение.** Страница доступна всем пользователям с ролью «Администратор» и «Специалист снабжения». На ней выводится таблица с

проектными сериями. При нажатии на ссылку «Просмотреть» открывается детальная информация о выбранной проектной серии:

- полная информация об используемых в данной проектной серии материалах;
- полная информация об используемом в данной проектной серии оборудовании.

Внешний вид страницы представлен на рис. 8.

**Работы по проекту.** Страница доступна всем пользователям с ролью «Администратор», «Менеджер ВМ», «Менеджер планового отдела» и «Строитель». Информация, содержащаяся на этой странице, помогает менеджеру планового отдела отслеживать ход выполнения работ по проекту. На странице выводится таблица с полным списком всех проектов с указанием их статуса (завершен/не завершен). При нажатии на ссылку «Просмотреть» для выбранного проекта открывается список всех работ, которые должны быть выполнены в рамках данного проекта, и основная информация о каждом виде работ, в частности:

- плановые даты начала и окончания работ;
- фактические даты начала и окончания работ;
- фамилия, имя, отчество и должность ответственного исполнителя данного вида работ;
- состояние (статус) данного вида работ (завершены/не завершены/просрочены).

При нажатии на ссылку «Просмотреть» для выбранного вида работ открывается список сотрудников, участвующих в их выполнении.

Для редактирования сведений о любой из работ по проекту необходимо нажать на ссылку «Обновить» для выбранного вида работ и в открывшейся форме изменить необходимые данные.

Также на этой странице имеется специальная форма для быстрого добавления нового сотрудника к данному виду работ. При этом за счет осуществления в разработанной базе данных связи «многие-ко-многим» один сотрудник может участвовать в разных работах, а также в каждой работе могут участвовать разные сотрудники.

Для разделения функционала добавление новых работ к проекту осуществляется на отдельной странице, для открытия которой необходимо нажать на ссылку «Добавление работ по проекту», расположенную в нижнем левом углу страницы.

Внешний вид страницы представлен на рис. 9.

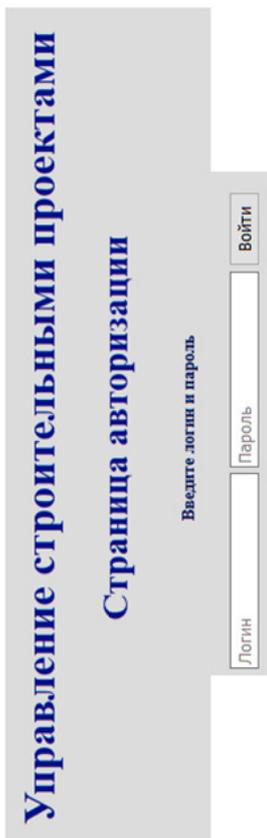


Рис. 3

## Управление строительными проектами

### Управление пользователями

Вы вошли как администратор

[Коммерция](#)

[Проекты](#)

[Снабжение](#)

[Работа по проекту](#)

[Модель BIM](#)

[Управление пользователями](#)

#### Информация о пользователях

Идентификатор	ФИО	Логин	Пароль	Роль	Удаление	Редактирование
1	Петров Сергей Ильич	spretov	112	Администратор	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Изменить</a>
2	Павлов Иван Игоревич	ipavlov	112	Менеджер планового отдела	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Изменить</a>
13	Сергеев Иван Игоревич	isergeev	112	Коммерческий менеджер	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Изменить</a>
16	Смирнова Елена Викторовна	emirnova	112	Архитектор	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Изменить</a>
17	Бутальский Роман Дмитриевич	rbutsky	112	Инженер по смете	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Изменить</a>
18	Алексеева Анна Дмитриевна	aalekseeva	112	Проектировщик-конструктор	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Изменить</a>
19	Григорьев Сергей Петрович	sgribojev	112	Специалист снабжения	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Изменить</a>
20	Галочкин Иван Андреевич	igalochin	112	Строитель	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Изменить</a>
21	Васильева Илона Юрьевна	ivasiljeva	112	Менеджер BIM	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Изменить</a>

Рис. 4

### Информация о заказчиках

ID заказчика	Имя заказчика	Результат	Тип организации	Дополнительно	Информация о договорах	Удаление	Редактирование
1	Петров Петр Ильич	456257	Индивидуальный предприниматель	г. Москва	<a href="#">Просмотреть</a>	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Изменить</a>
2	Иванов Сергей Валентинович	12311	Индивидуальный предприниматель	г. Санкт-Петербург	<a href="#">Просмотреть</a>	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Изменить</a>
3	"Стройонгаж"	121	ООО	г. Самара	<a href="#">Просмотреть</a>	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Изменить</a>
4	"Лекстройматериалы"	222	ОАО	г. Санкт-Петербург	<a href="#">Просмотреть</a>	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Изменить</a>
5	Римских Роман Аскольдович	113	Индивидуальный предприниматель	г. Кировск	<a href="#">Просмотреть</a>	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Изменить</a>
6	Главстройинвест	21456	ООО	г. Санкт-Петербург	<a href="#">Просмотреть</a>	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Изменить</a>

### Информация о заключенных договорах

Номер договора	Тип договора	Дата заключения	Срок действия
1	Договор на выполнение работ	2021-04-06	4 года
2	Договор на обслуживание	2021-03-05	1 года

[Управление договорами](#)

Рис. 5

### Информация о договорах

Номер договора	Тип договора	Дата заключения	Срок действия	Номер заказчика	Номер проекта	Удаление	Обновление
1	Договор на выполнение работ	2021-04-06	4 года	1	1	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Обновить</a>
2	Договор на обслуживание	2021-03-05	1 года	1	1	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Обновить</a>

### Редактирование и добавление договоров

Тип договора:

Дата заключения:

Срок действия:

Номер заказчика:

Номер проекта:

Шаблон договора

Рис. 6

## Информация о проектах

Номер проекта	Имя проекта	Дата начала	Дата завершения	Время исполнения (в днях)	Стоимость	Статус	Описание	ID заказчика	Просмотреть
1	Тестовый проект № 23	2021-04-01	2021-04-03	2	12200500	Завершен		1	<a href="#">Просмотреть</a>
4	Тестовый проект №14	2021-04-02	2021-04-12	10	245080	Завершен	1	3	<a href="#">Просмотреть</a>
8	Тестовый проект № 122	2021-04-02	2021-04-15	13	1220	Завершен	1	1	<a href="#">Просмотреть</a>
9	Тестовый проект № 4	2021-04-02	2021-04-16	14	1220	Завершен	1	2	<a href="#">Просмотреть</a>
10	Тестовый проект № 45	2021-04-02	2021-04-04	2	1220	Завершен	1	4	<a href="#">Просмотреть</a>
11	Тестовый проект №32	2021-03-05	2021-03-24	19	12223456	Завершен		2	<a href="#">Просмотреть</a>

## Договора

Номер договора	Дата заключения	Срок действия
1	2021-04-06	4 года
2	2021-03-05	1 года

## Заказчики

Наименование	Результаты
Петров Петр Ильич	456257

## Проектные серии

Номер проектной серии	Единиц материалов	Единиц оборудования
1	2	22
2	23	24

Активация Windows

Рис. 7

### Информация о проектных сериях

Номер проектной серии	Единиц материалов	Единиц оборудования	Номер проекта	Просмотреть	Удаление	Обновление
1	2	22	1	<a href="#">Просмотреть</a>	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Обновить</a>
2	23	24	1	<a href="#">Просмотреть</a>	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Обновить</a>

**Редактирование и добавление проектных серий**

Единиц материалов:

Единиц оборудования:

Номер проекта:

### Материалы проектной серии

Артикул	Вид изделия	Марка	Производитель	Количество на складе	Назначение	Дата производства	Срок эксплуатации	Номер проектной серии
1	кирпич силикатный	КС-4	Павловский кирпичный завод	25000	Облицовка фасада	2021-04-01	24	1
4	рама оконная	ОРД-12	Ленстройкомплектация	22	Установка окон	2021-06-14	20	1

[Редактирование данных по материалу](#)

### Оборудование проектной серии

Серийный номер	Марка	Производитель	Всего единиц	Вид оборудования	Дата производства	Срок эксплуатации	Назначение	Номер проектной серии
3	WESTER.MMA-VRD 180	Китай	2	Сварочный аппарат	2020-03-12	10	Дуговая сварка, электродом	1
4	REAL.TIG 200.W225.93556	Россия	3	Сварочный инвертор Сварог	2020-03-12	5	Сварка аргоном Дуга, Сварочный инвертор Windows	1

[Редактирование данных по оборудованию](#)

Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

Рис. 8

Информация о работах по проектам

Номер проекта	Имя проекта	Статус	Просмотреть
1	Тестовый проект № 23	Завершен	<a href="#">Просмотреть</a>
4	Тестовый проект №14	Завершен	<a href="#">Просмотреть</a>
8	Тестовый проект № 122	Завершен	<a href="#">Просмотреть</a>
9	Тестовый проект № 4	Завершен	<a href="#">Просмотреть</a>
10	Тестовый проект № 45	Завершен	<a href="#">Просмотреть</a>
11	Тестовый проект №32	Завершен	<a href="#">Просмотреть</a>

Связанные работы

Наименование	Плн. дата начала	Факт. дата начала	Плн. дата сдачи	Факт. дата сдачи	Ответственный	Должность	Статус	Просмотреть	Удаление	Редактирование
Монтаж инженерного оборудования зданий	2021-04-22	2021-04-22	2021-04-25	2021-04-26	Алексеева Анна Дмитриевна	Проектировщик-конструктор	Прострочен	<a href="#">Просмотреть</a>	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Обновить</a>
Электромонтажные работы	2021-04-22	2021-04-22	2021-04-25	2021-04-24	Григорьев Сергей Петрович	Специалист снабжения	Завершена в срок	<a href="#">Просмотреть</a>	<a href="#">Удалить</a>	<a href="#">Обновить</a>

Участвующие сотрудники

Сотрудник	Должность
Смирнова Елена Викторовна	Архитектор
Бутильский Роман Дмитриевич	Инженер по сетям

Добавить сотрудника к работе по проекту

Номер проекта:

Номер работы:

ID сотрудника:

[Добавить](#)

[Добавление работ по проекту](#)

Рис. 9

**Сведения о проекте**

Номер проекта	Время исполнения, дней	Стоимость	Ссылка на модель	Просмотреть
1	2	12200500	<a href="#">Перейти</a>	<a href="#">Просмотреть</a>
4	10	245080	<a href="#">Перейти</a>	<a href="#">Просмотреть</a>
8	13	1220	<a href="#">Перейти</a>	<a href="#">Просмотреть</a>
9	14	1220	<a href="#">Перейти</a>	<a href="#">Просмотреть</a>
10	2	1220	<a href="#">Перейти</a>	<a href="#">Просмотреть</a>
11	19	1223456	<a href="#">Перейти</a>	<a href="#">Просмотреть</a>

**Информация о чертежах**

Номер чертежа	Дата составления	Дата рецензии	Разработал	Проверил	Статус	Дополнительно	Номер проекта
1	2021-04-01	2021-04-02	Петров Игорь Сергеевич	Петухов Артем Николаевич	Проверено	Замечаний нет	1
3	2021-05-14	2021-06-23	Вохрушева Виталина Георгиевна	Семенов Григорий Аркадьевич	Не проверен	Подлежит проверке	1
5	2021-03-21	2021-04-05	Сергеев Владимир Александрович	Иванова Светлана Игоревна	Проверено	Возвращен на доработку	1

Редактирование данных по чертежам

Рис. 10



Рис. 11

**Модель BIM.** Страница доступна всем пользователям, за исключением пользователей с ролью «Специалист снабжения». Страница содержит сводную информацию о каждом проекте, такую, как длительность и стоимость реализации, и кроме того позволяет пользователям просмотреть информацию о чертежах, имеющих отношение к выбранному проекту (по нажатию на ссылку «Просмотреть»).

Внешний вид страницы представлен на рис. 10.

Нажав на ссылку «Перейти», можно просмотреть трехмерное изображение строящегося объекта (рис. 11).

Дополнительно на каждой странице приложения реализована возможность поиска основной

информации, содержащейся в таблице базы данных (сотрудники, заказчики, проекты), а также создана кнопка «Выход», осуществляющая выход из учетной записи и возврат на главную форму авторизации пользователя.

С помощью фреймворка Yii и языка программирования PHP разработано веб-приложение для автоматизации управления строительными проектами. Для хранения разнородных данных по строительным проектам разработана реляционная база данных. Разработанное приложение в дальнейшем может быть встроено в обобщенную единую BIM-систему.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Букунов А. С. Технологии работы с информацией при моделировании зданий // Инженерный вестн. Дона. 2019. № 5. URL: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2019/5960> (дата обращения 24.01.2021).
2. Флегонтов А. В., Матюшичев И. Ю. Моделирование информационных систем. Unified Modeling Language: учеб. пособие. 2-е изд. СПб.: Лань, 2019.
3. Фомичева Т. Г. Базы данных. Проектирование приложений реляционных БД: конспект лекций. Ч. 1. СПб.: Изд-во СПбЭТУ «ЛЭТИ», 2008.
4. Тарасов С. В. СУБД для программиста. Базы данных изнутри. Омск: Соломон, 2015.
5. Локхард Д. Современный PHP. Новые возможности и передовой опыт. М.: ДМК-Пресс, 2016.
6. Сафронов М. Разработка веб-приложений в Yii2. М.: ДМК-Пресс, 2015.
7. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Паттерны объектно-ориентированного проектирования. М.: Прогресс книга, 2020.
8. Дакетт Дж. HTML и CSS. Разработка и дизайн веб-сайтов. М.: Эксмо, 2020.
9. Моретто С. Bootstrap в примерах. М.: ДМК-Пресс, 2017.
10. Колисниченко Д. Н. PHP и MySQL. Разработка Web-приложений. СПб.: БХВ-Петербург, 2015.

A. S. Bukunov

*Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University*

## AUTOMATED SYSTEM OF CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT

*An automated system which makes it possible to significantly simplify the process of project management in construction and can be used in BIM (Building Information Modeling), is described. The system provides various options for users with different access rights to information stored in the application database. The following roles were implemented for the users of the application: administrator, BIM manager, commercial manager, planning department manager, procurement specialist, architect, designer, network engineer, builder. The system is implemented as a web-application developed by PHP programming language and Yii framework. Relational data base was designed and implemented to store information about drawings, equipment, materials etc. used in the implementation of the construction project. MySQL data base management system (DBMS) is used to organize interaction with the database. To solve a number of problems, the such languages as HTML and CSS were used. The system does not require the installation of additional software. Access to the Internet need to use the system only.*

**Business process automation, computer-aided information system, building information modeling, web-application, data base**