

РАЗРАБОТКА КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДЛЯ МОДУЛЕЙ АВТОМАТИЧЕСКОГО И ПОШАГОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

DEVELOPMENT OF A CARTOGRAPHIC PART FOR MODULES FOR AUTOMATIC AND STEP-BY-STEP DESIGN OF ADAPTIVE LANDSCAPE FARMING SYSTEMS

**L. Gagarina
E. Yanakova
N. Voronova
A. Doronina
R. Fomin
D. Cherkasov
D. Chukhlyayev**

Summary. The article presents a solution to the problem of increasing the efficiency of land use by developing a cartographic part for the modules for automatic and step-by-step design of adaptive landscape farming systems.

Keywords: software module, cartographic system, automation, expert farming system, adaptive landscape.

Гагарина Лариса Геннадьевна

Д.т.н., профессор, Национальный
исследовательский университет «Московский
институт электронной техники»
gagar@bk.ru

Янакова Елена Сергеевна

Д.т.н., профессор, Национальный
исследовательский университет «Московский
институт электронной техники»
digitvesper@gmail.com

Воронова Наталья Михайловна

Н.с., Национальный исследовательский
университет «Московский институт электронной
техники»
ntvoronova@mail.ru

Доронина Анна Александровна

Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»
doronina.anna.a@mail.ru

Фомин Роман Андреевич

Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»
roman.a.fomin@mail.ru

Черкасов Дмитрий Евгеньевич

Национальный исследовательский ядерный
университет «Московский инженерно-физический
институт»
d.e.cherkasov@mail.ru

Чухляев Дмитрий Алексеевич

Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»
chukhlyayev.dmitry@mail.ru

Аннотация. В статье представлено решение проблемы повышения оперативности землепользования посредством разработки картографической части для модулей проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Ключевые слова: программный модуль, картографическая система, автоматизация, экспертная система земледелия, адаптивно-ландшафтный подход.

В последние десятилетия активно ведется цифровизация сельского хозяйства, в том числе и в области промышленного земледелия — разрабатываются системы автопилотирования сельскохозяйственной техники, используются беспилотные летательные аппараты для мониторинга полей, а также совершенствуются всевозможные информационные, аналитические и экспертные системы для поддержки функциональности агрономов.

В настоящее время успешно функционирует экспертная система оптимального землепользования (ЭСОЗ) [1]. ЭСОЗ представляет собой кроссплатформенную площадку на основе специализированных программных модулей, в частности:

1. модуль объектной модели (jdo_expert_system.jar);
2. модуль работы со схемой данных: storage-manager.jar;
3. модуль режима электронных карт (проект IntelliJ IDEA);
4. модуль автоматического проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия;
5. модуль пошагового проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия;
6. графический модуль.

Тем не менее, необходима реализация картографической части для оперативной привязки посевных площадей к местности.

Существующие информационные картографические системы не позволяют минимизировать издержки и повышать оперативность управления землепользованием в целом, что порождает определенную проблемную ситуацию. Причиной ее является то, что в современных интерактивных картографических системах данные об урожайности обрабатываются программами для составления карт. В результате функционал соответствующего режима позволяет только создавать и редактировать контуры объектов хозяйства.

Экспертная система оптимального землепользования. Модуль «Земельное хозяйство»

Как было сказано выше, ЭСОЗ представляет собой единую платформу для интеграции программных решений задач промышленного земледелия. ЭСОЗ выполнена в виде веб-приложения на платформе J2EE. В состав системы входит модуль «Земельное хозяйство», который позволяет создавать и редактировать контуры полей и участков и задавать различные характеристики, в частности, цвет, площадь, информацию о типе почв, культурах и т.п. Существующий функционал является

неполным, в частности, отсутствуют следующие составляющие:

- ♦ интерактивная система формирования оптимальных пакетов технологий для возделывания сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтных системах земледелия;
- ♦ оптимальное распределение в автоматическом режиме посевной базы хозяйства под культуры для получения запланированного объема продукции по каждой культуре.

Таким образом, для расширения функционала модуля необходимо разработать и реализовать клиентскую и серверную часть еще двух модулей:

- ♦ «Пошаговое проектирование адаптивно-ландшафтных систем проектирования землепользования (АЛСЗ)»;
- ♦ «Автоматическое проектирование АЛСЗ».

В процессе работы над расширением функционала серверная часть модуля была реализована с помощью языка Java Platform Enterprise Edition [2] и контейнера сервлетов с открытым исходным кодом Tomcat v7.0.67 [3][4].

Для реализации клиентской части использовались язык разметки гипертекста HTML5 [5], каскадные таблицы стилей CSS [6], свободный набор инструментов для создания сайтов и веб-приложений Bootstrap v3.3.6, библиотека jQuery v1.11.1, интерфейс Google Maps API [7].

Модуль «Пошаговое проектирование АЛСЗ»

Модуль «Пошаговое проектирование АЛСЗ» представляет собой интерактивный механизм по формированию оптимальных пакетов технологий возделывания сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтных системах земледелия.

Модуль предусматривает три режима работы:

1. обработка поля фермерского хозяйства;
2. обработка одного поля севооборота;
3. обработка всех полей севооборота.

В ходе разработки предложен дизайн-макет панели управления картой, которая включает настройку слоев, кнопку печати и легенду карты (рис. 1). Легенда и настройка слоев представлены в виде складных компонентов. Данный тип элементов помогает разгрузить панель управления картой и разбить функционал по блокам. Для полей карты разработан внешний вид всплывающего информационного окна, который включает следующую информацию о поле: номер поля, тип почвы, предшественник, культура, площадь.



Рис. 1. Дизайн-макет элемента «Карта» с развернутой легендой и активным информационным окном

Картой и панелью управления дополнены все режимы модуля:

- ◆ обработка поля, построение нового решения;
- ◆ обработка поля, результаты;
- ◆ обработка севооборота, обработка одного поля, построение нового решения;
- ◆ обработка севооборота, обработка одного поля, дополнение;
- ◆ обработка севооборота, обработка всех полей, построение нового решения;
- ◆ обработка севооборота, обработка всех полей, дополнение;
- ◆ обработка севооборота, результаты.

Каждый режим содержит страницу построения нового решения и страницу просмотра результатов.

Страница построения нового решения включает панель «Настройки параметров проектирования»,

карту и таблицу с результатом. Построение решения проходит поэтапно. В панели «Настройка параметров проектирования» в начале работы задается название нового решения. После этого выбираются параметры земельного участка — сам посевной участок (поле) и базовая урожайность. Следующий этап — это настройка севооборота, выбор предшественника, вхождения в севооборот, группы культуры последователя, схемы севооборота, культуры и сорта, уровня интенсификации. Дальше идет выбор обработки почвы и настройка посевов: уход за посевами, уборка, система применения удобрений, химическая защита посевов.

Результатом полной настройки параметров проектирования является экономическая оценка сконструированного решения — суммарные расходы, затраты и урожай. Полученное решение и его оценка представлены на странице в виде таблицы с результатом. Кроме

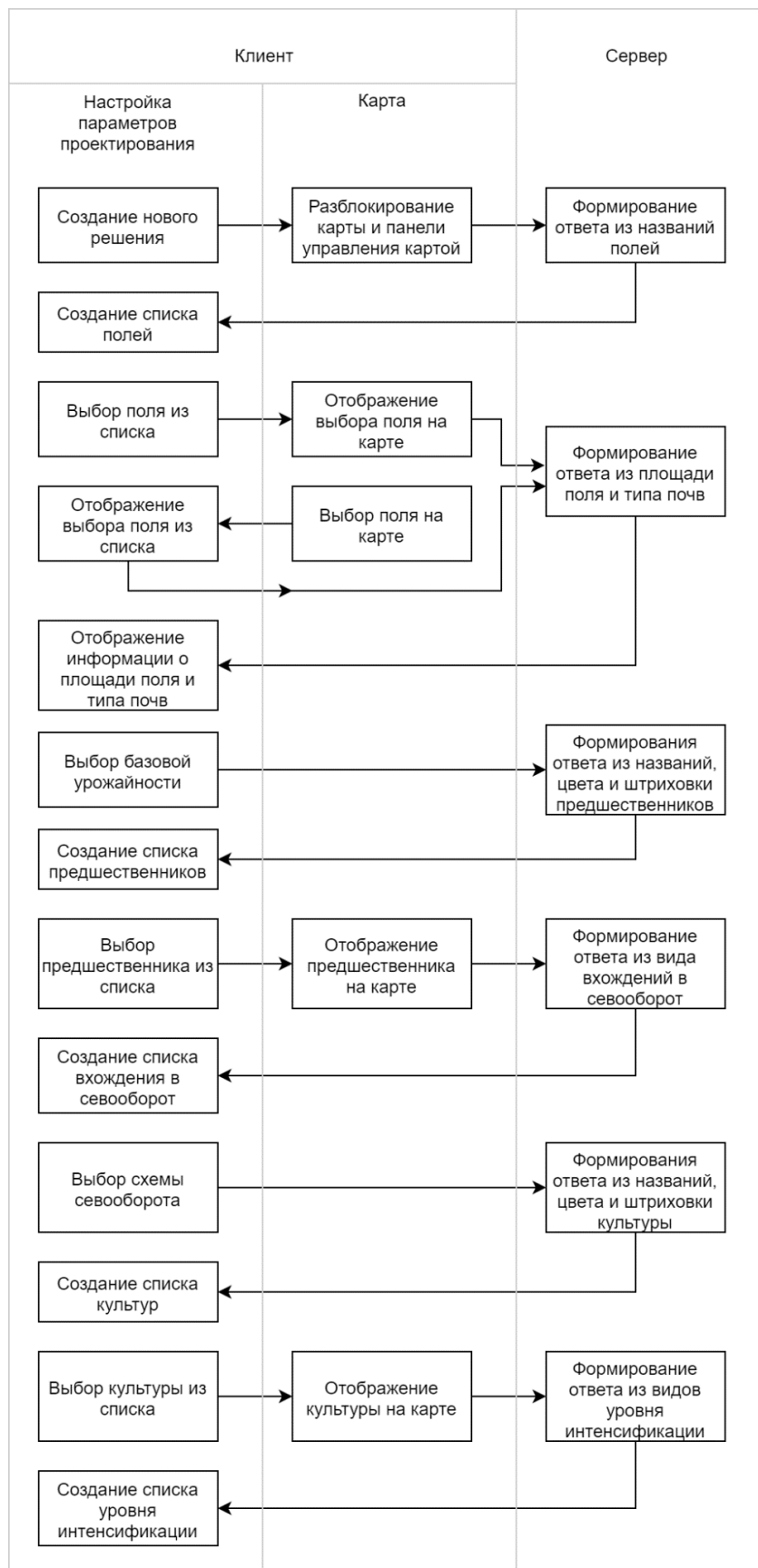


Рис. 2. Взаимодействие панели настройки параметров, карты и серверной части

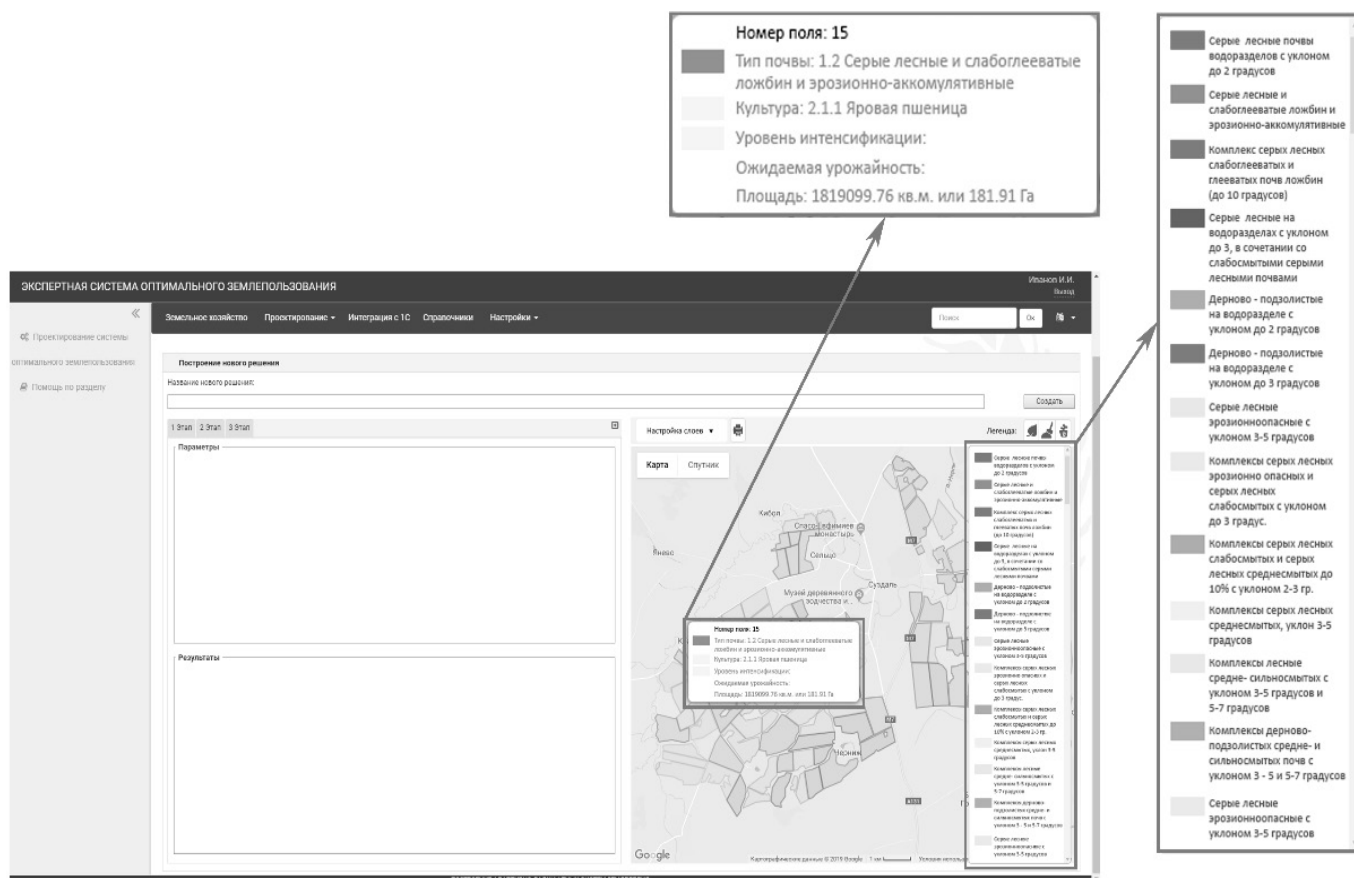


Рис. 3. Дизайн-макет элемента «Карта» с развернутой легендой и активным информационным окном

этого, результаты сохраняются и в дальнейшем по загрузке готова для просмотра на странице результатов.

Функционалы карты и панели настроек параметров проектирования (либо панели просмотра сохраненных результатов) тесно связаны. Дополняются функционалом панели управления картой, реализуя тем самым интерактивную составляющую картографического модуля — отображение самой карты и элементов внутри нее: полей и штриховки (рис. 2). С помощью JavaScript разработка дополнена js-файлами, которые связывают функционал с серверной частью [8][9].

Модуль «Автоматическое проектирования АЛСЗ»

Основная задача данного модуля состоит в оптимальном распределении в автоматическом режиме посевной базы хозяйства под культуры для получения запланированного объема продукции по каждой культуре.

Автоматическое проектирование АЛСЗ включает три последовательных этапа:

- ◆ оптимальное распределение посевной базы хозяйства под выращиваемые культуры для получения запланированного объема продукции по каждой культуре с учетом типа земли;
- ◆ оптимальное распределение участков хозяйства под посевные культуры;
- ◆ корректировка с учетом интенсификации.

Для полей карты разработан дизайн всплывающего информационного окна, который включает: номер поля, тип почвы, культуру, уровень интенсификации, плановую урожайность, площадь (рис. 3).

При автоматическом проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия используются три режима: создание решения, дополнение решения и результаты. Каждый режим осуществляется на отдельной странице.

Страница создания решения состоит из панели последовательных этапов построения нового решения, панели задаваемых параметров, панели получаемых результатов и карту.

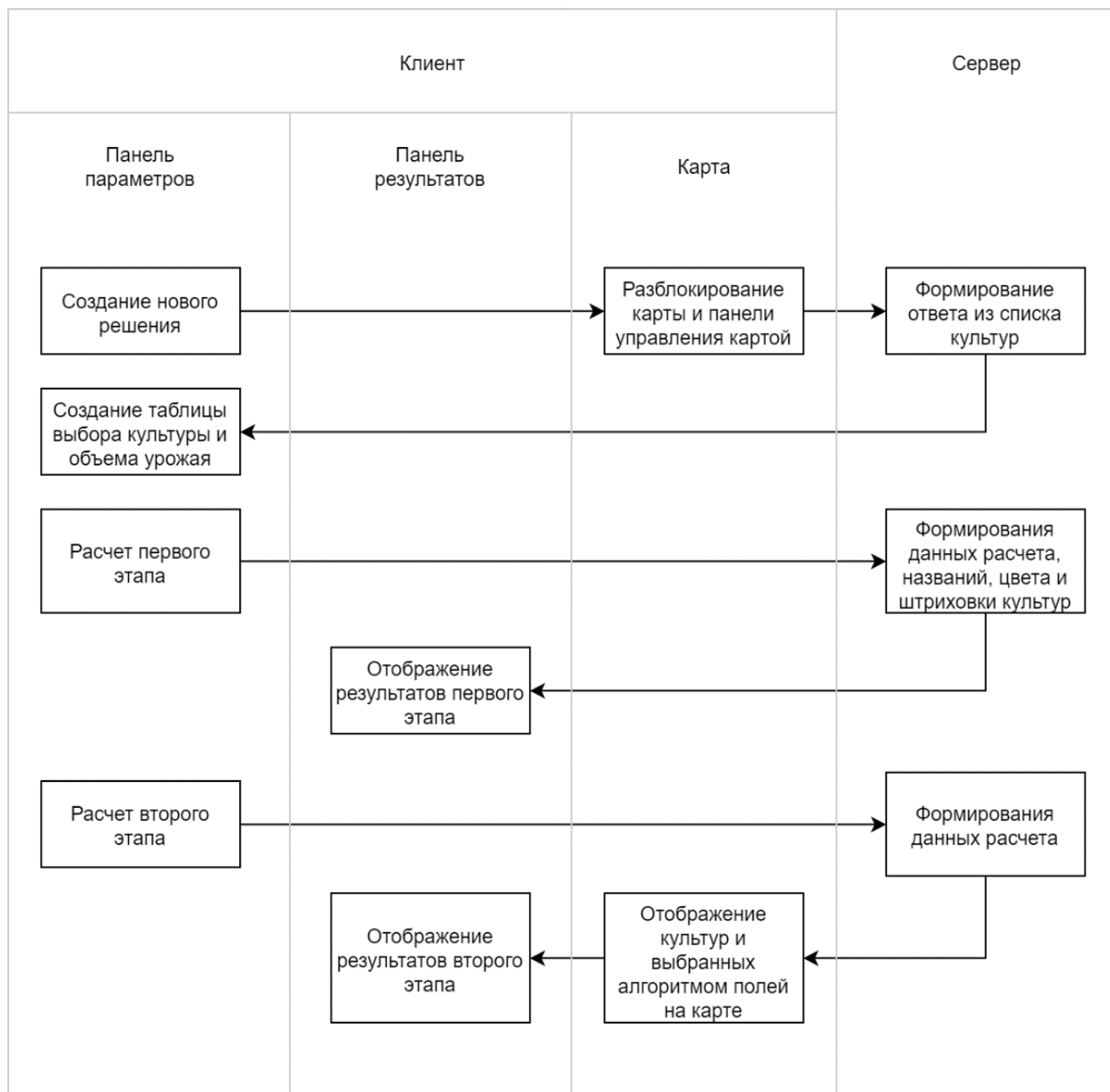


Рис. 4. Функциональная схема взаимодействия панели параметров, карты и серверной части

С помощью JavaScript интерактивность картографического модуля дополнена функционалом панели параметров (рис. 4).

Заключение

В ходе работы были выполнены все поставленные задачи, а именно разработана картографическая часть для модулей автоматического и пошагового проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия,

а также psd-макеты; верстка дизайн-макетов; функциональная часть интерфейса элемента «Карта»; серверная часть.

В перспективе предполагается проверка юзобильности тестирования на фокус-группах пользователей; разработка нового модуля «Расчет доз удобрений», в котором планируется использование картографической части для проектирования распределения удобрений; интеграция реализованных модулей в ЭСОЗ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экспертная система оптимального землепользования. URL: <http://agroexpert.online>
2. Архитектура J2EE [Электронный ресурс] // IBM Knowledge Center — документация к программным продуктам IBM. URL: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/ru/SS4JE2_7.5.5/org.eclipse.jst.j2ee.doc.user/topics/cjarch.html
3. Apache Tomcat [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энциклопедия. // URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Apache_Tomcat
4. Сервлет [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энциклопедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сервлет_\(Java\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сервлет_(Java)).
5. Web-архитектура, основы HTML5 [Электронный ресурс] // IBM Knowledge Center — документация к программным продуктам IBM. URL: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/wa-html5fundamentals/index.html>
6. CSS3 [Электронный ресурс] // MDN web-документация. URL: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/CSS/CSS3>
7. Google Maps API [Электронный ресурс] // Веб-документация по API JavaScript Maps от Google.com. URL: <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/reference/>
8. jQuery [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энциклопедия. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/JQuery>
9. Библиотека jQuery [Электронный доступ] // Веб-документация по библиотеке jQuery. URL: <http://api.jquery.com>

© Гагарина Лариса Геннадьевна (gagar@bk.ru), Янакова Елена Сергеевна (digitvesper@gmail.com),
Воронова Наталья Михайловна (nmvoronova@mail.ru), Доронина Анна Александровна (doronina.anna.a@mail.ru),
Фомин Роман Андреевич (roman.a.fomin@mail.ru), Черкасов Дмитрий Евгеньевич (d.e.cherkasov@mail.ru),
Чухляев Дмитрий Алексеевич (chukhlyaev.dmitry@mail.ru).
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

