4. Mihaylovich A.P., Fomin V.V., Shiyatov S.G. Analiz dinamiki vyisokogornoy drevesnoy rastitelnosti po dannym fotomonitoringa s ispolzovaniem GIS [Analysis of the dynamics of high-altitude woody vegetation based on photo monitoring data using GIS], InterKarto/InterGIS 22. Geoinformatsionnoe obespechenie ustoychivogo razvitiya territoriy v usloviyah globalnykh izmeneniy klimata: materialy Mezhdunar. nauch. konf., T. 1, Moscow: Izdatelskiy dom "Nauchnaya biblioteka", 2016, 428 p. (in Russian).
5. Prigoryanu O.M. Biogeograficheskie osnovy ekologicheskoy seti Orlovskoy oblasti [Biogeographical basis of the ecological network of Orel Region]: Dis. ... kand. geogr. nauk, Moscow, 2005, 158 p. (in Russian).
6. Prigoryanu O.M., Kiselyova L.L. Struktura i sodержanie geograficheskoy informatsionnoy sistemy "Prirodnyye resursy Orlovskoy oblasti" [Structure and content of the geographical information system "Natural Resources of the Orel Region"], Uch. zap. Orlov. gos. un-ta, Ser. «Estestv., tehn. i med. nauki», 2010, No 2, pp. 127–133 (in Russian).
7. Seryogin A.P. Flora Vladimirskey oblasti: Konspekt i atlas [Flora of Vladimir Region: Abstract and atlas], Tula: Grif i K, 2012, 620 p. (in Russian).
8. Fedra K. GIS and environmental modeling. Environmental Modeling with GIS, Chapter 5, Laxenburg, 1994, pp. 35–50.
9. Menon S., Bawa K.S. Applications of geographic information systems, remote-sensing, and a landscape ecology approach to biodiversity conservation in the Western Ghats. Current Science, 73, 1997, pp. 134–145.
10. Johnston C. A. Geographic information systems in ecology. Methods in Ecology Series. Blackwell Science, Malden, MA, 1998, 239 p.
11. Kurtto A., Weber H.E., Lampinen R., Sennikov A.N. (eds.): Atlas Florae Europaeae. Distribution of Vascular Plants in Europe. 15. Rosaceae (Rubus). The Committee for Mapping the Flora of Europe & Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki, 2010, 362 p.

УДК 528.9

DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-347-355

М.В. Цыдыпова¹

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СВОБОДНЫХ ГИС-СЕРВЕРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ВЕБ-СЕРВИСА ЭЛЕКТРОННОГО ГЕРБАРИЯ (НА ПРИМЕРЕ НАУЧНОГО ГЕРБАРИЯ БУРЯТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА)

АННОТАЦИЯ

Электронные гербарии, опубликованные в сети Интернет, позволяют расширить доступ к данным, собранным научными гербариями для широкого круга пользователей, а также позволяют вести удаленную работу с материалами гербариев. Статья посвящена анализу возможностей свободного программного обеспечения для создания картографического веб-сервиса электронного гербария. В статье описываются требования к функциональным возможностям программного обеспечения для создания картографического веб-сервиса электронного гербария. В статье дано краткое описание и приведены сравнительные характеристики свободных ГИС-серверов MapServer, GeoServer, GeoMixer, QGIS Server, описаны их достоинства и недостатки. Для создания веб-сервиса проведена адаптация и конвертация существующей электронной базы данных гербария Бурятского государственного университета (БГУ) в векторный формат.

¹ Бурятский государственный университет; 670000, Россия, Республика Бурятия, Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а; e-mail: ecovie@mail.ru

Сравнительный анализ показал, что все четыре ГИС-сервера (MapServer, GeoServer, GeoMixer, QGIS Server) обладают достаточными функциональными возможностями для создания на их основе картографического веб-сервиса электронного гербария, но с некоторыми ограничениями по тем или иным параметрам. В результате исследования создан тестовый вариант картографического веб-сервиса электронного гербария БГУ на основе UMN MapServer.

Картографический веб-сервис «Гербарий БГУ» поддерживает протокол передачи географически привязанных (растровых) изображений в сети Интернет (Web Map Service). На данный момент веб-сервис включает следующие слои: wmts-слой картографической подложки, векторный слой видов растений, отражающий места сбора гербарных образцов и их характеристики, векторный слой границ административных районов Республики Бурятия.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Веб-ГИС, картографический веб-сервис, электронный гербарий, MapServer

ВВЕДЕНИЕ

Изучение и сохранение биоразнообразия растительного мира является одним из основных факторов устойчивого управления и развития территорий и важной задачей, как на государственном, так и на международном уровне. В целях разработки мероприятий по охране природных ресурсов создаются различные базы данных, такие как гербарии, красные книги, кадастры природных ресурсов, которые являются одним из важнейших источников получения достоверной информации о видовом разнообразии исследуемой территории. Гербарий является основой для работ по систематике растений, с его помощью документируют состав флоры той или иной территории, распространение (ареалы) отдельных таксонов, а также используют для исследования морфологии растений, их экологической, географической и индивидуальной изменчивости [Котелина и др, 1999].

На сегодняшний день существует большое разнообразие электронных гербариев, созданных на основе различных информационных технологий. Многие зарубежные и российские университеты, а также ботанические сады и музеи имеют электронные гербарии. Они отличаются количеством хранимой информации, структурой базы данных, охватываемой территорией, формой поиска информации, оцифровкой гербарных листов и их этикеток и многими другими параметрами.

Так как в задачи электронного гербария входит не только представление информации по систематике растений и составу флоры, но и отображение распространения отдельных таксонов, экологической приуроченности, мест сбора гербарных образцов, то большое значение имеет картографическое обеспечение электронных гербариев. Широкие возможности по сопровождению данных гербария картографическими материалами в виде растровых и векторных пространственных данных (карт и данных дистанционного зондирования Земли) в среде Интернет представляют веб-ГИС-технологии.

Веб-ГИС – это геоинформационная система в Интернет/Интранет-сети, пользователи которой могут просматривать, редактировать и анализировать пространственные данные с помощью обычных веб-браузеров. Для работы в веб-ГИС пользователю не требуется специализированных знаний и программное обеспечение. Достаточно наличия веб-браузера и подключения к сети Интернет. В основе работы веб-ГИС лежат ГИС-серверы. ГИС-сервером называется комплекс программного обеспечения, предназначенного для публикации геопространственных данных в локальных или глобальных сетях [Быков, Пьянков, 2015].

Выбор программного обеспечения и методик создания картографического веб-сервиса обуславливается набором функций, который должен поддерживать веб-сервис.

В связи с этим целью исследования является анализ функциональных возможностей свободных ГИС-серверов для создания картографического веб-сервиса электронного гербария на примере Научного гербария Бурятского государственного университета (БГУ).

В задачи исследования входят:

- сравнительная характеристика наиболее распространенных свободных ГИС-серверов;
- адаптация и конвертация существующей электронной базы данных гербария БГУ в векторный формат для работы в веб-ГИС;
- апробация картографического веб-сервиса электронного гербария на примере Научного гербария Бурятского государственного университета на базе выбранного программного обеспечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Свободное программное обеспечение (англ. free software, также software libre или libre software) – программное обеспечение, позволяющее своим пользователям осуществлять неограниченную установку, запуск, свободное использование, изучение, распространение и изменение (совершенствование), а также распространение копий и результатов изменения. Его обычно можно получить и использовать бесплатно. Свободное программное обеспечение является открытым, т. е. пользователям доступны его исходные коды, из которых можно создавать исполнимые файлы вместе с соответствующими лицензиями [<http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.ru.html>].

Основные требования, предъявляемые к программному обеспечению для создания картографического веб-сервиса электронного гербария:

1. Поддержка различных операционных систем, включая Linux.
2. Поддержка различных растровых форматов для создания разнообразных картографических подложек.
3. Поддержка различных векторных форматов данных.
4. Интеграция с различными СУБД.
5. Осуществление запросов к базам данных и атрибутивным таблицам векторных слоёв.
6. Разграничение прав доступа по типам пользователей.
7. Настройка стилей векторных слоёв.
8. Бесплатное или условно бесплатное распространение.

Широкую популярность получили такие ГИС-серверы, как UMN MapServer, GeoServer, OpenLayers, предназначенные для быстрой публикации пространственных данных в Интернете [Дубинин, Костикова, 2008]. В нашей работе мы рассмотрим четыре бесплатные и условно бесплатные программы для создания картографических веб-сервисов: UMN MapServer, GeoServer, Scanex Web-GIS GeoMixer и QGIS Server.

UMN MapServer – это открытая и свободно распространяемая среда разработки веб-сервисов для работы с электронными картами в векторных и растровых форматах, обладающая большим числом функциональных возможностей [Обучающее пособие по MapServer 5.x <http://gis-lab.info/docs/mapserver/tutorial5/sections.html>]. Программное обеспечение Mapserver поддерживает все стандарты передачи данных международной некоммерческой организацией Open GIS Consortium (OGC). Для расширения функциональных возможностей сервиса можно использовать готовые открытые библиотеки кодов на PHP, Java или других языках, которые представляют собой наборы написанных кодов и скриптов для создания инструментов и функций картографических сервисов.

Примерами успешно реализованных картографических веб-сервисов на основе Mapserver являются интерактивная карта Буэнос-Айреса, проект Martell и другие. Веб-сервис Martell представляет собой интерактивное отображение платформы для предоставления индийских карт [<http://www.martell.com/maps.html>]. Сайт является одним из первых картографических порталов Индии для предоставления он-лайн карт.

GeoServer – картографический сервер с открытым исходным кодом, который реализует основные стандарты передачи данных OGC. Отличительной особенностью GeoServer от остальных серверов с открытым исходным кодом является поставляемая с ним визуальная система управления файлами настроек и описания данных для проектов, реализованная в ви-

де веб-интерфейса и предоставляющая пользователю возможность интерактивного создания и изменения карт большим разнообразием средств картографического оформления [http://geoserver.org]. Примером реализации картографического веб-сервиса на основе GeoServer является информационный картографический портал экологической безопасности Оренбургской области [Баранов и др., 2016].

Таблица 1. Анализируемые функциональные возможности UMN MapServer, GeoServer, Scanex Web-GIS GeoMixer и QGIS Server

Table 1. Analyzed functionality of UMN MapServer, GeoServer, Scanex Web-GIS GeoMixer and QGIS Server

Функциональные возможности		Картографические веб-серверы			
		MapServer	GeoServer	GeoMixer	QGIS Server
Поддерживаемые операционные системы		Windows, Linux, BSD, macOS, Solaris	Windows, Linux, macOS, Solaris	64-х разрядная версиях ОС Windows	Windows, Linux, macOS
Поддержка растровых форматов		GeoTIFF/TIFF, JPG, GIF, PNG, Erdas LAN/GIS и т.д.	GeoTIFF/TIFF, JPG, GIF, PNG, пирамиды изображений, форматы GDAL, Image Mosaic, Oracle GeoRaster	GeoTIFF/TIFF, JPG, PNG и т. д.	GeoTIFF/TIFF, JPG, PNG и т. д.
Поддержка векторных форматов		ESRI Shapefile, Mapinfo File, KML, GML, GPX, Arcinfo и др.	ESRI Shapefile, GML, VPF и др.	ESRI Shapefile, Mapinfo File, KML, GPX, Excel, CSV, GeoJSON (ограничение по размеру загружаемых файлов в версии Lite) и др.	ESRI Shapefile, Mapinfo File, Arcinfo, GeoJSON и др.
Поддержка стандартов OGC	WMS	+	+	+	+
	WFS	+	+	+	+
	WCS	+	+	—	+
	FE	+	+	—	+
	SLD	+	+	—	+
	GML	+	+	—	+
	WFS-T	—	+	—	+

Поддержка картографических WMS-подложек	+	+	+	+
Интеграция с СУБД	Oracle, Sybase, MySQL, PostgreSQL, PostGIS	PostGIS, PostgreSQL, ArcSDE, DB2, Oracle Spatial, MySQL, SQL Server	MS SQL, PostgreSQL 9.2 и выше	PostGIS, PostgreSQL, SpatiaLite, MSSQL Spatia
Подключения файла (гиперссылки) к объектам слоя	+	–	+	+
Скачивание данных со страницы веб-сервиса	+	+	+	+
Настройка стилей векторных слоёв	+	+	+	+
Формирование выборки по определенным критериям	+	+	+	+
Распространение	Бесплатное	Бесплатное	Условно-бесплатное	Бесплатное

Scanex Web-GIS GeoMixer – это веб-картографическая интеграционная платформа, позволяющая работать с различными пространственными и бизнес-данными. GeoMixer позволяет создавать геопорталы, геосервисы, интерактивные карты и различные приложения. GeoMixer также включает компонент API, который позволяет встраивать созданные проекты в сторонние веб-сайты и приложения и программно управлять функционалом интерактивной карты [<http://www.scanex.ru/software/web-gis/geomixer/>].

Данная платформа получила широкую популярность. На её основе созданы такие проекты, как Геопортал МЧС «Космоплан», ГИС Россельхознадзора «Деметра», геосервисы «СКАНЭКС» («Карта пожаров», «Космос-Агро» и др.).

QGIS Server – это свободная реализация сервера WMS и WFS с возможностями для тематического картографирования. QGIS Server является приложением, которое работает совместно с веб-сервером (например, Apache или Lighttpd). Кроме того, проект QGIS Server предоставляет расширение «Publish to Web» для QGIS, при помощи которого можно экспортировать текущие слои и символику в проект для QGIS Server (включая правила отображения в формате SLD) [Руководство пользователя QGIS http://docs.qgis.org/1.8/ru/docs/user_manual/working_with_ogc/ogc_server_support.html].

В таблице 1 представлены сравнительные характеристики функциональных возможностей описанных программ.

Сравнение приведённых в таблице 1 характеристик показало достоинства и недостатки анализируемых ГИС-серверов. Почти все они кроссплатформенны, за исключением GeoMixer. GeoMixer поддерживает 64-хразрядные версии операционной системы Windows, что не даёт возможности создать веб-сервер электронного гербария полностью на бесплатном программном обеспечении. Также распространение данной программы условно бесплатное.

Все четыре программы поддерживают наиболее распространённые растровые и векторные форматы данных.

Наибольшее количество стандартов OGC поддерживает GeoServer. Mapserver поддерживает все запрашиваемые форматы, кроме WFS-T, что имеет большое значение.

В тоже время GeoServer не предоставляет возможности подключения файла (гиперссылки) к объектам слоя, что означает отсутствие возможности подключения сканированного гербарного листа к объектам векторного слоя. MapServer, GeoMixer, QGIS Server предоставляют такую возможность.

Все четыре программы поддерживают интеграцию с распространенными СУБД Oracle, MySQL, PostgreSQL, PostGIS.

Следующей важной функцией является возможность формирования запросов к данным атрибутивных таблиц векторного слоя, например для формирования выборки по определенным критериям. Все анализируемые программы поддерживают данную функцию.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ функциональных возможностей четырех ГИС-серверов (MapServer, GeoServer, GeoMixer, QGIS Server) показал, что все они обладают достаточными возможностями для создания на их основе картографического веб-сервиса электронного гербария, но с некоторыми ограничениями по тем или иным параметрам.

Для создания картографического веб-сервиса «Гербарий БГУ» нами выбран MapServer, так как данный ГИС-сервер является свободно распространяемым, поддерживает операционные системы Windows и Linux. Создание веб-сервиса на основе операционной системы Linux может позволить снизить расходы на аренду хостинга. MapServer обладает высокой производительностью, поддерживает наиболее распространенные растровые и векторные форматы пространственных данных, предоставляет возможность интеграции с распространенными СУБД, позволяет формировать запросы по различным критериям, осуществлять подключение растровых изображений к объектам векторного слоя (гербарных листов, фотографий и т. п.).

На основе MapServer в связке с расширением P.maprer создан предварительный вариант картографического веб-сервиса научного Гербария БГУ. На данный момент веб-сервис включает следующие слои:

- картографическая подложка;
- векторный слой административных границ районов Республики Бурятия;
- точечный векторный слой «Виды растений», отображающий места сбора гербарных образцов, созданный на основе базы данных гербария БГУ. Данный векторный слой является тестовым и включает 40 точек, имеющих точные географические координаты мест сбора.

Рисунок 1. Интерфейс картографического веб-сервиса «Гербарий БГУ» и результат запроса к базе данных слоя «Виды растений»
Figure 1. Interface of web mapping service “BSU Herbarium” and the result of the query to the database of “Plant species” layer

Электронная база данных Научного гербария БГУ включает около 5000 единиц – описаний этикеток гербарных листов. Структура базы данных включает 17 характеристик, описывающих этикетку гербарного листа: название вида на русском и латинском языках, место и дату сбора, ФИО коллектора и автора определения и другие [Холбоева, 2014]. Интерфейс веб-сервиса «Гербарий БГУ» включает систему управления информационными слоями, блок масштабирования и панорамирования картографического изображения с инструментом прокрутки и масштабной линейкой, легенду (рисунок 1). Созданный веб-сервис позволяет формировать запросы к данным векторных слоев, а также скачивать данные в различных форматах. В дальнейшем планируется расширение картографических подложек и тематических векторных слоев.

Картографический веб-сервис «Гербарий БГУ» позволяет напрямую подключаться к веб-сервису через ГИС-программы, поддерживающие WMS-слои.

На данный момент предстоит большая работа по сканированию гербарных листов и разработке методики координатной привязки листов, имеющих только словесное описание мест сбора растений.

ВЫВОДЫ

Создание картографического веб-сервиса «Гербарий БГУ» позволит расширить доступ широкому кругу пользователей к материалам Научного гербария БГУ, вести удаленную работу с материалами гербария научным сотрудникам, студентам и преподавателям, школьникам и т. д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быков А.В. Web-картографирование: учеб. пособие. – Перм. гос. нац. исслед. университет. – Пермь, 2015. – 110 с.
2. Дубинин М.Ю., Костинова А.М. Веб-ГИС // Компьютерра. – М.: 2008. – № 749.
3. Котелина Н.С., Улле З.Г., Железнова Г.В., Пыстина Т.Н. Гербарий Института биологии: история создания и значение // Вестн. Ин-та биологии Коми НЦ УрО РАН. – 1999. – № 4 (18). – С. 7–11.
4. Программная платформа построения интерактивных картографических сервисов / Баранов Д.А. [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2016. – № 4, апрель. – С. 54–60.
5. Холбоева С.А. Электронная база данных Научного гербария БГУ и её значение в мониторинге биоразнообразия ООПТ // Особо охраняемые природный территории в сохранении природно-культурного наследия Забайкалья и Монголии: Труды национального парка «Алханай». – Вып. 2. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского государственного университета, 2014. – С. 201–204.

Marina V. Tsydyпова¹

THE ANALYSIS OF AVAILABLE GIS SERVERS POSSIBILITIES FOR CREATION OF ELECTRONIC HERBARIUM WEB MAPPING SERVICE (ON THE EXAMPLE OF SCIENTIFIC HERBARIUM OF THE BURYAT STATE UNIVERSITY)

ABSTRACT

An electronic herbarium published on the Internet allows greater access to the data collected by scientific herbarium for a wide range of users, and also provides remote operation from the herbarium materials. This article analyzes the open source software use to create web mapping service of an electronic herbarium. This article describes the requirements for the functionality of the software for creating web mapping service of electronic herbarium. The article gives a brief description and presents comparative characteristics of free web mapping servers MapServer, GeoServer, GeoMixer, QGIS Server, describes their advantages and disadvantages. The adaptation and conversion of an existing electronic database of Herbarium of the Buryat state University from excel format to vector format has been realized.

Comparative analysis has shown that all four web mapping servers (MapServer, GeoServer, GeoMixer, QGIS Server) have sufficient functionality to create on their basis a web mapping service of electronic herbarium, but with some restrictions on certain parameters. A test version of web mapping service of electronic herbarium of the Buryat State University has been created based on UMN MapServer in conjunction with P.mapper.

At the moment, the web mapping service includes the following layers: wms-layer of basic map, vector layer reflecting the place of collection of herbarium specimens and their characteristics, vector layer of districts' boundaries of the Republic of Buryatia.

KEYWORDS:

WEB-GIS, web mapping service, electronic herbarium, MapServer

¹ Buryat State University; 670000, Russia, the Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Smolina st 24A;
e-mail: ecovie@mail.ru

REFERENCES

1. Bikov A.V. Veb-kartografiya [Web-cartography], Perm. gos. nats. issled. un-t, Perm', 2015, 110 p. (in Russian).
2. Dubinin M.Yu., Kostikova A.M. Veb-GIS [Web-GIS], Komp'yuterra, No 33, pp. 22–28 (in Russian).
3. Kotelina N.S., Ulle Z.G., Zheleznova G.V., Pystina T.N. Gerbarij Instituta biologii: istoriya sozdaniya i znachenie [Herbarium of the Institute of Biology: history and meaning], Vestn. In-ta biologii Komi NTS UrO RAN, No 4 (18), pp. 7–11 (in Russian).
4. Baranov D.A., Vlatskaya I.V., Pankrat'ev P.V., Petrishhev V.P., Stepanov A.S. Programmaya platforma postroeniya interaktivnykh kartograficheskikh servisov [Software platform for building interactive mapping services], Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta, No 4, pp. 54–60 (in Russian).
5. Kholboeva S.A. Elektronnaya baza dannykh Nauchnogo gerbariya BGU i ee znachenie v monitoringe bioraznoobraziya OOPT [Electronic database of the Scientific Herbarium of the BSU and its importance in monitoring the biodiversity of the protected natural territories], Osobo okhranyaemye prirodnyy territorii v sokhranении prirodno-kulturnogo naslediya Zabaykalya i Mongolii: trudy natsionalnogo parka "Alkhanay", No 2, Ulan-Ude: Izd-vo Bur'yatskogo gosuniversiteta, 2014, pp. 201–204 (in Russian).

УДК 528.9:004; 528.4

DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-355-364

**А.В. Волков¹, А.М. Поликарпов², Т.А. Алиев³, Т.А. Заболотская⁴, А.В. Шепелева⁵,
В.В. Засядь-Волк⁶, С.Н. Максимов⁷**

РЕГИОНАЛЬНЫЙ АСПЕКТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЭТАПЕ ПОВЫШЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ПОДГОТОВЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены преимущества использования геоинформационных технологий при формировании перспективных земельных участков под строительство для повышения инвестиционной привлекательности инженерно-подготовленных территорий. Рассмотрены вопросы формирования земельных участков, готовых к размещению новых предприятий, их юридического оформления и обеспечения необходимой инфраструктурой. Анализируются

¹ Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет; 2-я Красноармейская ул., 4, Санкт-Петербург, 190005, Россия; e-mail: ahtelin@mail.ru

² Санкт-Петербургский государственный университет; 7/9, Университетская наб., Санкт-Петербург, 199034, Россия; e-mail: a.polikarpov@spbu.ru

³ Санкт-Петербургский государственный университет; 7/9, Университетская наб., Санкт-Петербург, 199034, Россия; e-mail: t.aliev@spbu.ru

⁴ Санкт-Петербургский государственный университет; 7/9, Университетская наб., Санкт-Петербург, 199034, Россия; e-mail: t.zabolotskaya@spbu.ru

⁵ Санкт-Петербургский государственный университет; 7/9, Университетская наб., Санкт-Петербург, 199034, Россия; e-mail: a.shepeleva@spbu.ru

⁶ Санкт-Петербургский государственный университет; 7/9, Университетская наб., Санкт-Петербург, 199034, Россия; e-mail: v.zasyad-volk@spbu.ru

⁷ Санкт-Петербургский государственный университет; 7/9, Университетская наб., Санкт-Петербург, 199034, Россия; e-mail: s.maksimov@spbu.ru