

УДК 528.9:004

DOI: 10.33764/2411-1759-2019-24-4-104-119

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОФИСНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И ОЦЕНКИ ГЕОДАННЫХ

Петр Юрьевич Бугаков

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)343-18-53, e-mail: peter-bugakov@yandex.ru

Алексей Александрович Колесников

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. (913)725-09-28, e-mail: alexeykw@mail.ru

Возможности по визуализации и анализу пространственных данных перестают быть прерогативой только геоинформационных систем и добавляются в функционал прикладного программного обеспечения и web-сервисов. Целью работы является формирование критериев и анализ функциональных возможностей геоинформационной составляющей современных офисных и аналитических платформ.

Критерии охватывают полный цикл использования пространственной информации: загрузка данных, их оценка, нанесение на карту, настройка отображения, анализ и построение прогнозов. Исследование проводилось на примере надстройки Microsoft 3D Maps для офисного табличного процессора Excel, а также программных средств интерактивной бизнес-аналитики Microsoft Power BI и Tableau.

Для практической апробации выбранного программного обеспечения и выполнения анализа по сформулированной системе групп критериев использовалось несколько наборов структурированных данных из различных источников на территорию Российской Федерации и города Новосибирска. По результатам апробации были составлены сводные таблицы по каждой из категорий. Полученные результаты показывают, что, с точки зрения визуализации, создания базовых типов тематических карт, проведения элементов анализа современные офисные системы по функциональности не уступают настольным геоинформационным системам и могут быть использованы для работы с пространственной информацией без необходимости обращения к дополнительному программному обеспечению.

Ключевые слова: визуализация, пространственные данные, геоинформация, тематическая карта, агрегирование данных, офисные приложения.

Введение

Большинство данных, существующих в настоящее время, так или иначе имеет пространственную привязку. Таким образом, все большему числу людей приходится сталкиваться с необходимостью выполнения базовых операций с пространственными данными – нанесение на карту, визуализация показателей, имеющих привязку к пространственным объектам, выполнение расчетов, основанных на пространственном положении. Ранее для выполнения этих операций практически всегда нужно было использовать геоинформационные системы. Сейчас же большинство офисных программных приложений и систем бизнес-анализа имеет в своем составе компоненты и отдельные модули, реализующие ряд функций, которые ранее были присущи только геоинформационным системам. Этому посвящен ряд научных публикаций как российских авторов, так и их зарубежных коллег [1–22]. В указанных работах рассмотрены вопросы, связанные с формированием геоинформационного пространства, анализом больших наборов пространственных данных и их визуализацией.

Основная идея – всесторонне проанализировать наиболее популярные продукты описанных категорий с точки зрения того, могут ли они быть рекомендованы неподготовленным пользователям для визуализации и анализа пространственных данных без необходимости обращения к геоинформационным системам.

Методы и материалы

Для выполнения исследования были выбраны наиболее распространенные программные продукты [2], предназначенные для анализа и визуализации данных и выполнения функций бизнес-анализа – Microsoft Excel, Microsoft Power BI, Tableau. Далее приводится краткое описание каждого программного продукта.

Microsoft Excel – офисный табличный процессор, обладающий широким спектром инструментов для выполнения статистических и аналитических расчетов и средствами графической визуализации табличных данных в виде диаграмм и карт (с помощью встроенной программной надстройки Microsoft 3D Maps). Также программа поддерживает подключение к внешним источникам данных, в том числе без прямого копирования в среду электронной таблицы.

Microsoft Power BI – комплексное программное средство для выполнения бизнес-анализа, объединяющее три интегрированных программных компонента, имеющих общий технологический и визуальный дизайн. К ним относятся Power Query (редактор запросов), PowerPivot (средство для работы с табличными данными), Power View (подсистема визуализации и построения отчетов). В свою очередь, Microsoft Power BI является частью единой бизнес платформы Microsoft Power Platform.

Tableau – система интерактивной бизнес-аналитики, которая позволяет проводить анализ больших массивов данных и обладает развитыми средствами визуализации данных и построения инфографики.

Для оценки функциональных возможностей программного обеспечения были сформулированы следующие группы критериев:

- работа с исходными данными;
- работа с картографической основой;
- создание тематических карт;
- анализ данных;
- интерактивность;
- удобство использования.

Под группой критериев «Работа с исходными данными» подразумевается оценка количества форматов файлов, которые могут быть использованы в качестве источников данных, возможности подключаться к распространенным базам данных, функции получения данных через API, а также дополнительные возможности по получению информации для дальнейшей обработки.

Критерии группы «Работа с картографической основой» оценивают поставщиков общегеографической основы, возможности по настройке ее внешнего вида, способы добавления на карту собственных объектов, возможности по подготовке карты к печати либо выгрузке в какие-либо обменные форматы для использования, например, в статьях или презентациях.

Возможности тематического картографирования оценивались по наличию и функциональности возможностей программного обеспечения для создания типовых вариантов тематических карт на основе картограмм, картодиаграмм, тепловых карт, их комбинациям и наличию дополнительных вариантов визуализации данных на карте.

Возможности по анализу данных рассматривались с точки зрения простоты выполнения расчета базовых показателей числовых данных (среднее, медиана, квантили), наличия функций оценки данных и расчета каких-либо простых математических моделей (например, тренда по временным рядам) для целей пространственного или временного прогнозирования.

Интерактивность оценивалась по возможностям связи карты и имеющихся данных, выделения интересующих объектов и наличию механизма пространственных запросов.

Удобство пользования программами определяется простотой освоения того инструментария, который предоставляется программой, а также способом организации пользовательского интерфейса и его языковой локализацией.

На основе сформулированных направлений оценки была составлена сводная система критериев, представленная в табл. 1.

Практическая апробация программного обеспечения и выполнение анализа по сформулированной системе групп критериев были проведены с использованием структурированных данных, взятых из открытых источников, на территорию Российской Федерации и города Новосибирска.

Таблица 1

Система критериев для оценки функциональных возможностей офисных приложений с точки зрения визуализации и оценки геоданных

| Группа критериев | Критерии |
|-----------------------------------|---|
| Работа с исходными данными | <ul style="list-style-type: none"> – форматы файлов; – поддерживаемые базы данных; – использование Web API; – настройка и редактирование данных |
| Работа с картографической основой | <ul style="list-style-type: none"> – поставщик общегеографической основы; – добавление данных на карту; – настройка карты; – подготовка карты к печати в соответствии с требованиями к картографической продукции |
| Создание тематических карт | <ul style="list-style-type: none"> – создание картограмм; – создание картодиаграмм; – создание тепловых карт; – работа со слоями; – экспорт карты, использование для презентаций |
| Анализ данных | <ul style="list-style-type: none"> – расчет базовых числовых показателей; – оценка корректности данных; – расчет трендов и прогнозов |
| Интерактивность | <ul style="list-style-type: none"> – поиск объектов на карте; – фильтрация данных; – связь карты с массивом данных, интерактивность; – построение пространственных запросов |
| Удобство использования | <ul style="list-style-type: none"> – простота освоения инструментария; – удобство интерфейса; – наличие русской локализации |

Исходные данные были представлены четырьмя наборами:

- контингент студентов по регионам (формат *xlsx*, источник – открытые данные Министерства науки и высшего образования Российской Федерации);
- результаты миграционного учета в России по регионам и странам мира (формат *xlsx*, источник – открытые данные Министерства внутренних дел Российской Федерации);
- результаты выполнения научно-исследовательских работ по регионам (формат *xlsx*, источник – открытые данные Министерства науки и высшего образования Российской Федерации);
- школы и научные учреждения на территории г. Новосибирска (формат *csv*, источник – открытые данные муниципального портала г. Новосибирска).

Результаты

На основе выбранных групп критериев и описанных наборов данных были получены итоговые таблицы (табл. 2–7) и сделаны промежуточные выводы.

Работа с исходными данными

| Критерий | Microsoft Excel, надстройка 3D Maps | Power BI | Tableau |
|-----------------------------------|--|--|---|
| Форматы файлов | Все распространенные форматы табличных и текстовых данных | Все распространенные форматы. Можно расширить список импортируемых форматов, используя R (например, SPSS) | Все распространенные форматы |
| Поддерживаемые базы данных | Большинство существующих реляционных СУБД с помощью программного интерфейса ODBC. Другие источники данных с помощью COM интерфейса OLE DB | Большинство существующих реляционных и noSQL СУБД | Большинство существующих реляционных и noSQL СУБД |
| Использование Web API | Возможность получать данные по протоколу SOAP. Интеграция с Azure, Share Point, возможность извлекать данные из систем аналитики (Google, Adobe), Facebook, GitHub, почтовых сервисов, онлайн опросников, web-страниц, файлов Hadoop | Интеграция с Azure, возможность извлекать данные из систем аналитики (Google, Adobe), Facebook, GitHub, почтовых сервисов, онлайн опросников, web-страниц, файлов Hadoop | Интеграция с Azure, Amazon Web Service, возможность извлекать данные из систем аналитики (Google, Adobe) |
| Настройка и редактирование данных | Данные могут быть преобразованы во внутренний формат Excel либо связаны с использованием удаленного подключения без непосредственного копирования. Предоставляет пользователю широкий спектр функций для вычислений, анализа, сортировки и фильтрации данных | Все получаемые данные преобразуются во внутренние таблицы. Можно редактировать, объединять (присутствует функция интеллектуального объединения Fuzzy Merge), накладывать фильтры, создавать вычисляемые поля | Возможности по редактированию данных практически отсутствуют, только простые фильтры и создание вычисляемых полей, также присутствует автоматическая фильтрация данных, которая не всегда корректно работает и не позволяет менять свои настройки |

Microsoft Excel обладает широким спектром инструментов для редактирования, сортировки, группировки и фильтрации табличных данных. Встроенные функции позволяют решать практически любые задачи, связанные с расчетами, анализом и статистической обработкой данных различного типа. При необходимости Microsoft Excel позволяет автоматизировать процессы сбора, обработки и форматирования данных с помощью встроенного языка макрокоманд Visual Basic for Application.

Таблица 3

Работа с картографической основой

| Критерий | Microsoft Excel, надстройка 3D Maps | Power BI | Tableau |
|--|--|--|--|
| Поставщик географической основы | Bing, пользовательские raster-подложки | Bing, ESRI | OpenStreetMap, можно подключить другие картографические web-сервисы |
| Добавление данных на карту | Геокодирование на основе Bing (в том числе по полному адресу объектов), добавление точечных объектов по географическим координатам, импорт пользовательских областей в формате Shape, KML | Геокодирование на основе Bing, которое работает только до городов, либо точечные объекты по географическим координатам | Геокодирование на основе OpenStreetMap. Возможность вручную откорректировать результаты геокодирования. Векторные объекты из файлов Shape, TAB, GeoJson, KML |
| Настройка карты | Цветовые схемы, 2D/3D-отображение. Имеется возможность базовой настройки информационных карточек, содержащих сведения о выделенном объекте. Добавление в область карты текстовых подписей и диаграмм | Цветовые схемы, есть 3D, имеется несколько дополнительных модулей, но они не работают с геокодированием названий объектов на русском языке | Цветовые схемы, подписи |
| Подготовка карты к печати в соответствии с требованиями к картографической продукции | Имеется возможность сформировать легенду, сделать текстовые подписи. Легенды создаются на каждый слой отдельно без возможности их объединения | Частично можно сформировать легенду, сделать подписи, но возможности настройки этих компонентов минимальны | Можно формировать отчеты для печати с возможностью добавления всех имеющихся элементов визуализации |

Power BI позволяет использовать в качестве основы достаточно сырые и неструктурированные данные, поскольку встроенный инструментарий удовлетворяет практически все требования к базовым операциям по преобразованию и редактированию данных (хотя и с меньшим удобством, чем в Excel). Если же рассматривать возможность подключения скриптов на Python и R, то все ограничения по обработке исходных данных снимаются, но от пользователя требуется умение программировать на этих языках и знание особенностей интеграции с Power BI.

Идеология Tableau подразумевает, что данные заранее подготовлены и возможности по преобразованию сводятся к объединению наборов данных и фильтрации.

Надстройка 3D Maps для Microsoft Excel обладает базовым функционалом для работы с картами, достаточным для подготовки несложных тематических карт. Картографическая основа поставляется сервисом Bing, и поменять ее нельзя, однако, при желании, пользователь может использовать в качестве под-

ложки растровое изображение. Стоит отметить, что при работе со встроенной картографической основой были обнаружены погрешности топологии площадных объектов (субъектов Российской Федерации), однако возможность импортировать пользовательские площадные объекты из Shape и KML файлов делает данные ошибки устранимыми. Точность распознавания объектов при геокодировании находится на достаточно высоком уровне.

Возможности встроенных карт в Power BI очень ограничены, особенно если говорить о геокодировании данных на русском языке (поэтому не рассматривались дополнительные модули создания карт). Можно наносить только точечные объекты и очень желательно иметь у них указанные координаты, а не адреса.

Tableau позволяет наносить свои объекты на карту из распространенных форматов геоинформационных систем. Можно подключать свою общегеографическую основу на базе протокола WMS, например, из сервисов Яндекс.Карты или Google Maps.

Таблица 4

Создание тематических карт

| Критерий | Microsoft Excel, надстройка 3D Maps | Power BI | Tableau |
|--|--|---|---|
| Создание картограмм (результаты НИР в цветах) | Только цвета, имеется настройка цветовых наборов | В текущей версии – только цвета на основе уникальных значений | Присутствуют в полном объеме, широкие возможности настройки |
| Создание картодиаграмм (результаты НИР в цветах) | Столбчатые и круговые диаграммы. Есть возможность изменить размер в плане, зафиксировать его (сделать независимым от масштаба отображения карты), настроить высоту картограммы и ее прозрачность | В текущей версии – только размер маркеров в зависимости от указанного параметра | Возможно добавлять на карту круговые диаграммы либо встраивать во всплывающее окно любые другие имеющиеся типы диаграмм |
| Создание тепловых карт (количество чего-то по городам) | Присутствует. Есть возможность настроить площадной охват и цветовую схему | Присутствует с минимальными настройками | Отсутствует |
| Работа со слоями | Есть возможность создания слоев | Работа со слоями не реализована | Не более двух слоев |
| Экспорт карты, использование для презентаций | Экспорт снимков карты в буфер обмена с возможностью дальнейшего сохранения в виде растрового изображения. Настройка параметров презентации карт и создание видеороликов в формате MP4 | Публикация на web-сервисе Microsoft, либо выгрузка постранично в pdf | Либо через web-сервис, либо сформировать файл PowerPoint |

Настройка 3D Maps для Microsoft Excel обладает базовым функционалом для создания и настройки тематических карт. К достоинствам надстройки можно отнести возможность создания слоев карты и наличие инструментария для настройки и создания презентационных видеороликов. Пример тематической карты в модуле 3D Maps для Excel показан на рис. 1.

В Power BI возможности по построению тематических карт минимальны. Можно визуализировать данные с помощью виртуального глобуса, но с гораздо меньшими возможностями, чем аналогичный режим в Excel. Результат построения тематической карты в Power BI изображен на рис. 2.

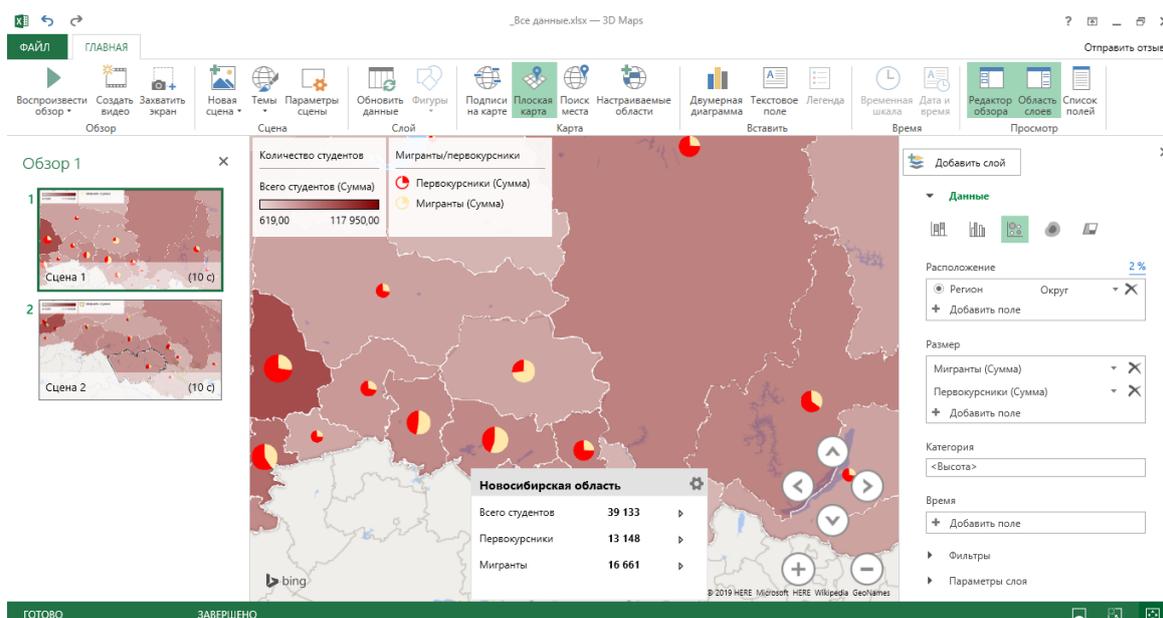


Рис. 1. Пример тематической карты в модуле 3D Maps для Excel

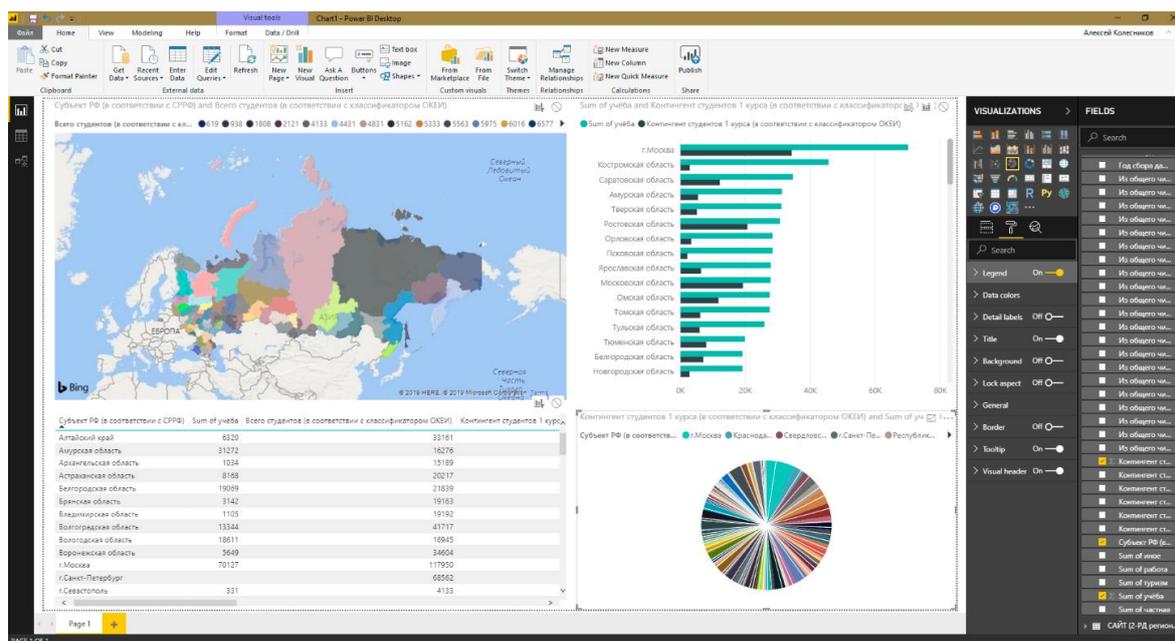


Рис. 2. Пример тематической карты в Power BI

В Tableau присутствуют базовые возможности по созданию тематических карт, но тоже с рядом ограничений. Расширить возможности демонстрации статистических данных можно подобным с Power BI образом, показывая диаграммы и графики в контекстном всплывающем окне.

Все три программных решения хорошо подходят для создания презентационных материалов, поскольку именно на эту задачу они и были ориентированы.

Таблица 5

Анализ данных

| Критерий | Microsoft Excel, надстройка 3D Maps | Power BI | Tableau |
|-------------------------------------|--|---|---|
| Расчет базовых числовых показателей | Широкий набор функций для выполнения практически любых расчетов в среде табличного процессора | Список стандартных статистик в окне редактора данных | Возможность получить значения для числовых параметров |
| Оценка корректности данных | Проверка корректности данных при выполнении геокодирования. Есть возможность оценить количество ошибок | Присутствуют инструменты ручной и автоматической проверки корректности данных, также можно графически оценить наличие ошибок и выбросов | Можно графически оценить наличие ошибок и выбросов |
| Расчет трендов и прогнозов | Расчет трендов и прогнозов возможен только в табличной среде Excel | Можно построить тренд для временных рядов | Можно построить тренд для временных рядов |

Microsoft Excel предоставляет пользователю возможность выполнить анализ данных, однако надстройка 3D Maps такой функциональностью практически не обладает, исключение составляет оценка корректности результатов геокодирования. Пример визуализации динамических данных в 3D Maps для Excel приведен на рис. 3.

Функциональные возможности анализа данных в Power BI и Tableau достаточно упрощены. Они включают в себя визуальную оценку данных с помощью графиков Scatter Plot, Box-Plot, Bullet Graph и построение линии тренда для временных рядов. Сочетание тематической карты и линейной диаграммы, показывающей динамику изменения НИР, представлено на рис. 4. При использовании скриптов, написанных на языках Python или R, в программном продукте Power BI возможности анализа данных могут быть существенно расширены.

Надстройка 3D Maps для Microsoft Excel имеет базовые инструменты для поиска объекта на карте, фильтрации данных при составлении тематических карт. Однако интерактивность карты в надстройке реализована достаточно слабо. При выборе объекта на карте рядом с курсором мыши появляется всплывающая подсказка (информационная карточка). Также выбор столбца на диа-

грамме приводит к выделению объекта на карте. Интерактивная связь карты с массивом данных не реализована.

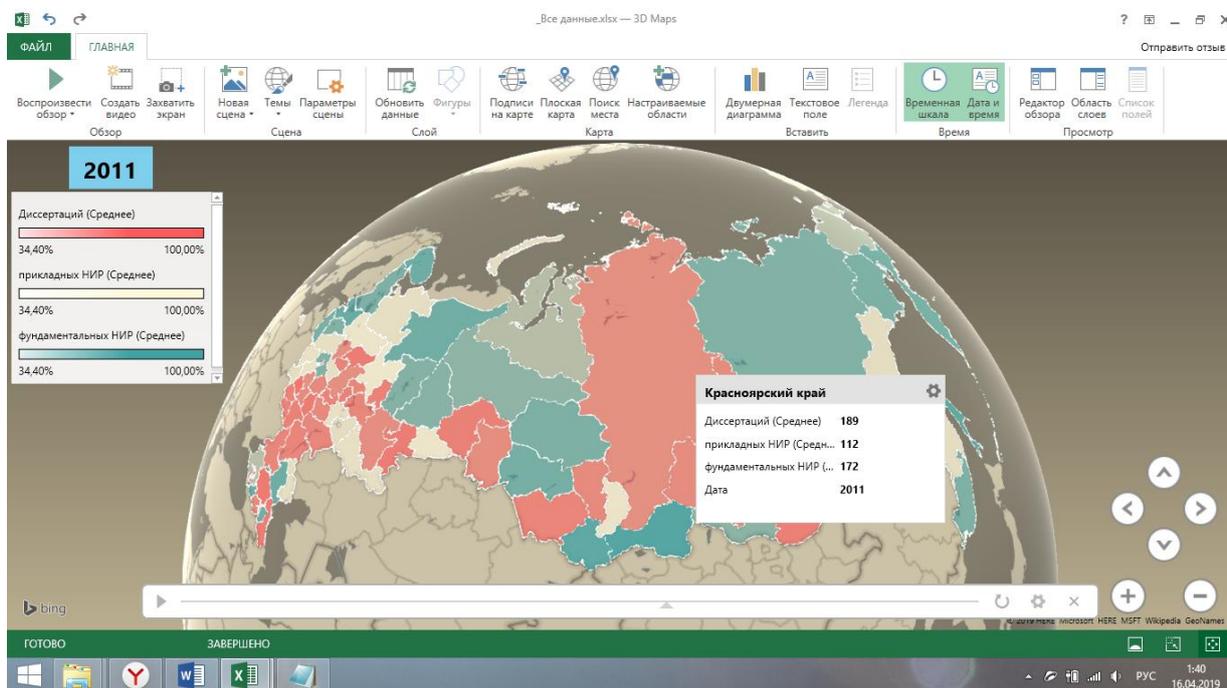


Рис. 3. Динамическая карта научных показателей по субъектам РФ в 3D Maps для Excel

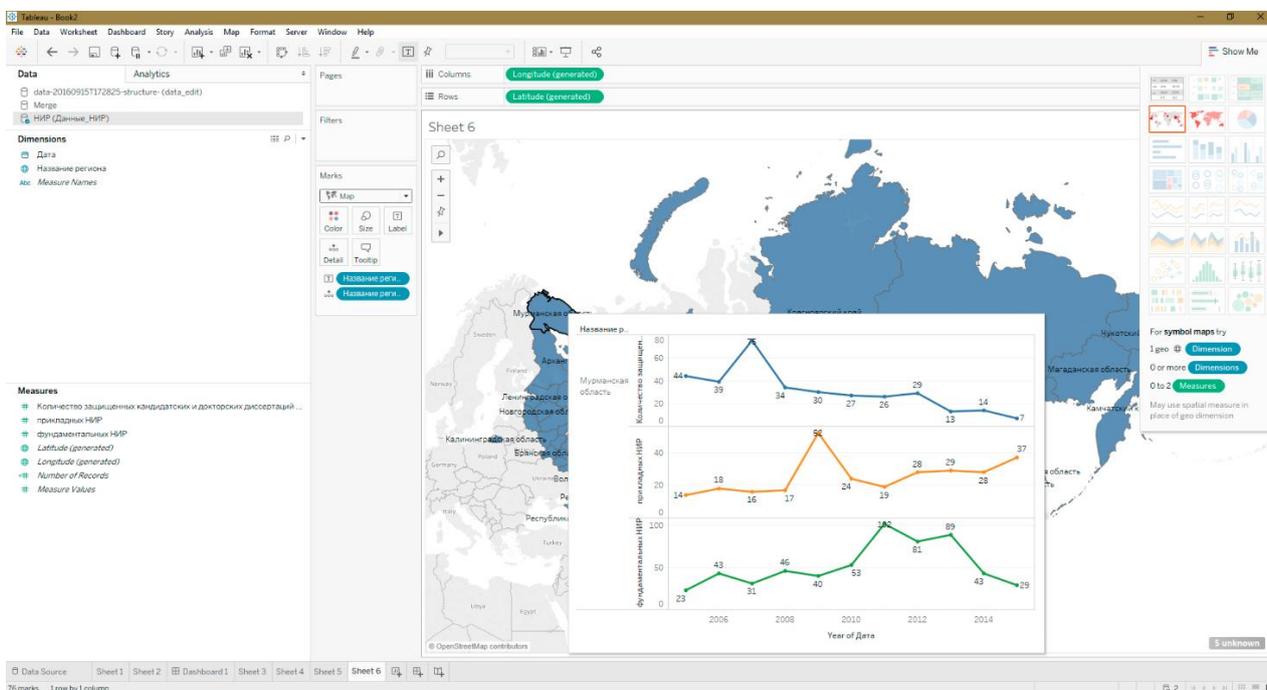


Рис. 4. Тематическая карта динамики научных показателей по субъектам РФ в Tableau

Таблица 6

Интерактивность

| Критерий | Microsoft Excel, надстройка 3D Maps | Power BI | Tableau |
|--|---|--|--|
| Поиск объектов на карте | Присутствует | Присутствует | Присутствует |
| Фильтрация данных | Есть возможность настройки фильтра по нескольким критериям | Есть возможность настройки фильтра по нескольким критериям | Есть возможность настройки фильтра по нескольким критериям |
| Связь карты с массивом данных, интерактивность | Настраиваемые всплывающие подсказки (информационные карточки) | Связь блоков на листе при выделении | Настраиваемые всплывающие подсказки |
| Построение пространственных запросов | Отсутствуют | Отсутствуют | Отсутствуют |

В Power BI и Tableau присутствуют во многом схожие (в Power BI – более широкие на этапе предобработки данных) возможности интерактивной презентации статистических данных. При выборе объекта на карте, выполнении операций со списками или фильтрами в специальных блоках в окне программы выводится соответствующая информация.

Таблица 7

Удобство использования

| Критерий | Microsoft Excel, надстройка 3D Maps | Power BI | Tableau |
|----------------------------------|--|--|---|
| Простота освоения инструментария | Основные операции интуитивно понятны, но при использовании встроенных функций табличного процессора Excel может потребоваться документация | Основные операции интуитивно понятны, но при использовании инструментов обработки данных часто необходима документация | Необходимо читать документацию и смотреть обучающие видео |
| Удобство интерфейса | Ленточный интерфейс, как и у других офисных продуктов Microsoft | Ленточный интерфейс, как и у других офисных продуктов Microsoft | Нестандартный интерфейс |
| Наличие русской локализации | Полностью реализована | Отсутствует | Отсутствует |

Наиболее простой для освоения является надстройка 3D Maps для Microsoft Excel. Этому способствует привычная организация интерфейса программы и его русскоязычная локализация. Работа в среде Power BI также не вы-

зовет особых затруднений, за исключением некоторых случаев, связанных с обработкой данных. Вместе с тем нестандартный англоязычный интерфейс и сложность выполнения некоторых операций могут заставить пользователя Tableau обратиться за помощью к документации.

Обсуждение

При проведении экспериментов были использованы русскоязычные адресные данные, которые, в некоторых случаях, приводили к некорректной работе англоязычных модулей при выполнении геокодирования. В связи с этим для пользователей, использующих адресные данные только на английском языке, возможности описанных программных продуктов, по некоторым аспектам, окажутся более широкими. Также нужно отметить, что дополнительные средства разработки скриптов позволяют эффективнее решать задачи, связанные с предобработкой и визуализацией данных на тематических картах.

Заключение

По результатам апробации и взаимного сравнения функциональных возможностей офисных программных приложений и систем бизнес-анализа можно сделать следующие выводы:

– существующие модули визуализации данных на карте позволяют выполнять базовые операции геоинформационных систем, что дает возможность пользователям, не имеющим опыта в области геоинформатики и картографии, создавать простые картографические произведения без использования специализированного программного обеспечения;

– ряд функций более удобен и менее сложен, чем в традиционных геоинформационных системах, однако в некоторых случаях для построения тематических карт не хватает настроек, свойственных ГИС (работа со слоями, типы картодиаграмм и т. д.);

– получаемые результаты ориентированы в первую очередь на создание презентационных материалов (преимущественно в электронном виде);

– сложные операции пространственного анализа полностью остаются прерогативой геоинформационных систем;

– большая часть программного обеспечения (в том числе не вошедшая в данную статью) подразумевает работу с англоязычными адресными данными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анализ больших объемов данных [Электронный ресурс] // Технологии анализа данных BASEGROUP LABS. – Режим доступа: <https://basegroup.ru/community/articles/very-large-data> (дата обращения: 01.02.2019).

2. Анализ функциональных возможностей вебприложения Kepler.gl для визуализации и анализа больших наборов пространственных данных / П. Ю. Бугаков, С. Ю. Кацко, А. А. Басаргин, Е. Ю. Воронкин // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 4. – С. 155–164.

3. Бугаков П. Ю. Принципы картографического отображения трехмерных моделей местности // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012 : VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 3. – С. 156–161.
4. Визуализация данных [Электронный ресурс] // Tadviser. – Режим доступа: https://http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Визуализация_данных (дата обращения: 01.05.2019).
5. Карпик А. П., Лисицкий Д. В. Электронное геопространство – сущность и концептуальные основы // Геодезия и картография. – 2009. – № 5. – С. 41–44.
6. Кацко С. Ю. Возможности информационно-аналитических ГИС в работе непрофессиональных пользователей с пространственной информацией // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 1 (14). – С. 76–80.
7. Использование машинного обучения для построения картографических изображений / А. А. Колесников, П. М. Кикин, Е. В. Комиссарова, Д. В. Грищенко // Междунар. науч.-практ. конф. «От карты прошлого – к карте будущего» : сб. науч. тр. в 3-х т. (28–30 ноября 2017 г.) / Отв. ред. С. В. Пьянков. – Пермь, Кудымкар, 2017. Т. 3. – С. 110–120.
8. Использование технологий машинного обучения при решении геоинформационных задач / А. А. Колесников, П. М. Кикин, Е. В. Комиссарова, Е. Л. Касьянова // ИнтерКарто/ИнтерГИС. – 2018. – Т. 24, № 2. – С. 371–384.
9. Лисицкий Д. В., Бугаков П. Ю., Нгуен Ань Тай. Трехмерная компьютерная картография: монография. – Новосибирск : СГУГиТ, 2016. – 179 с.
10. Лисицкий Д. В., Комиссарова Е. В., Колесников А. А. Теоретические основы и особенности мультимедийной картографии // Вестник СГУГиТ. – 2017. – Т. 22, № 3. – С. 72–87.
11. Лисицкий Д. В., Хорошилов В. С., Бугаков П. Ю. Картографическое отображение трехмерных моделей местности // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 98–102.
12. Мультимедийное направление в картографии / Д. В. Лисицкий, А. А. Колесников, Е. В. Комиссарова, П. Ю. Бугаков, В. С. Писарев // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2014. – № 3. – С. 40–44.
13. Ромичева Е. В. Методы обработки и визуализации больших данных // Аллея науки. – 2017. – Т. 3, № 16. – С. 976–982.
14. Supporting novice to expert transitions in user interfaces / A. Cockburn, C. Gutwin, J. Scarr, S. Malacria // ACM Computing Surveys (CSUR). – 2015. – Vol. 47(2). – Article 31. – 36 p.
15. SketchInsight: Natural data exploration on interactive whiteboards leveraging pen and touch interaction / B. Lee, G. Smith, H. N. Riche, A. Karlson, S. Carpendale // 2015 IEEE Pacific Visualization Symposium (PacificVis). – 2015. – Vol. 1. – P. 199–206. doi: 10.1109/PACIFICVIS.2015.7156378.
16. Franks B. Taming the big data tidal wave: finding opportunities in huge data streams with advanced analytics. – John Wiley & Sons, Inc., 2012. – 336 p.
17. Nolan D., Perrett J. Teaching and Learning Data Visualization: Ideas and Assignments. – 2015 [Electronic resource]. – Mode of access : <https://arxiv.org/abs/1503.00781v1>.
18. Dr. Arvind Sathi. Big Data Analytics: Disruptive Technologies for Changing the Game. First Edition. – MC Press Online, LLC, 2012. – 98 p.
19. Visualizing geo-spatial data in science, technology and innovation / J. H. Kwakkel, S. Carley, J. Chase, S.W. Cunningham // Technological Forecasting and Social Change. – 2014. – Vol. 81. – P. 67–81.
20. Rzeszotarski J. M., Kittur A. Kinetica: Naturalistic Multi-touch Data Visualization // Proceedings of the 32nd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '14. – P. 897–906.

21. Data Visualization on Interactive Surfaces: A Research Agenda / P. Isenberg, T. Isenberg, T. Hesselmann, B. Lee, U. von Zadow, A. Tang // IEEE Computer Graphics and Applications. – 2013. – Vol. 33(2). – P. 16–24. doi: 10.1109/MCG.2013.24.

22. Sadana R., Agnihotri M., Stasko J. Touching Data: A Discoverability-based Evaluation of a Visualization Interface for Tablet Computers. – 2018 [Electronic resource]. – Mode of access : <https://arxiv.org/abs/1806.06084>.

Получено 01.07.2019

© П. Ю. Бугаков, А. А. Колесников, 2019

ANALYSIS OF FUNCTIONAL CAPABILITIES OF OFFICE APPLICATIONS FOR VISUALIZATION AND EVALUATION OF GEODATA

Petr Yu. Bugakov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Applied Informatics and Information Systems, phone: (383)343-18-53, e-mail: peter-bugakov@ya.ru

Aleksey A. Kolesnikov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Cartography and Geoinformatics, phone: (913)725-09-28, e-mail: alexeykw@mail.ru

Capabilities for visualization and analysis of spatial data cease to be the prerogative only of geoinformation systems, and are added to the functions of application software and web services. The aim of the work is to form criteria and analyze the functionality of the geo-information component of modern office and analytical platforms. The criteria cover the full cycle of spatial information usage – data loading, evaluation, mapping, display setup, analysis and forecasting. The research was carried out on the example of Microsoft 3D Maps add-in for office Excel spreadsheet processor, as well as Microsoft power BI and Tableau interactive business intelligence software.

Several sets of structured data from various sources on the territory of the Russian Federation and the city of Novosibirsk were used for practical approbation of the selected software and analysis according to the formulated system of criteria groups. Based on the results of the testing, summary tables were compiled for each of the categories. The results obtained show that from the point of view of visualization, creation of basic types of mathematical maps, analysis elements, modern office systems are not inferior in functionality to desktop geoinformation systems and can be used to work with spatial information without the need to resort to additional software.

Key words: visualization, spatial data, geoinformation, thematic map, data aggregation, office applications.

REFERENCES

1. Analysis of large amounts of data. Data Analysis Technologies BASEGROUP LABS. (n. d.). Retrieved from: <https://basegroup.ru/community/articles/very-large-data> (accesses 01.02.2019) [in Russian].

2. Bugakov, P. Yu., Katsko, S. Yu., Basargin, A. A., & Voronkin, E. Yu. (2018). Analysis of the Functionality of the Web Application Kepler. GI Forvisualizing and Analyzing of Large Spatial Datasets. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 23(4), 155–164 [in Russian].

3. Bugakov, P. Yu. (2012). Principles of cartographic mapping of three-dimensional terrain models. In *Sbornik materialov Interekspo GEO-Sibir'-2012: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 3. Geodeziya, geoinformatika, kartografiya, marksheyderiya [Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2012: International Scientific Conference: Vol. 3. Geodesy, Geoinformatics, Cartography, Mine Surveying]* (pp. 156–161). Novosibirsk: SSGA Publ. [in Russian].
4. Data Visualization. Tadviser. (n. d.). Retrieved from: <http://www.tadviser.ru/index.php/>
Статья: Визуализация_данных [in Russian].
5. Karpik, A. P., & Lisitsky, D. V. (2009). Electronic geographic environment - essence and concept. *Geodeziya i kartografiya [Geodesy and Cartography]*, 5, 41–44 [in Russian].
6. Katsko, S. Yu. (2011). The potential of information and analytical GIS for the work of non-professional users with spatial information. *Vestnik SSGA [Vestnik SSGA]*, 1(14), 76–80 [in Russian].
7. Kolesnikov, A. A., Kikin, P. M., Komissarova, Ye. V., & Grishchenko, D. V. (2017). Using machine learning to mapping. In *Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: T. 3. Ot karty proshlogo – k karte budushchego [Proceedings of International Scientific and Practical Conferences: Vol. 3. From the Map of the Past – to the Map of the Future]* (pp. 110–120). S. V. P'yankov (Ed.). Perm, Kudymkar [in Russian].
8. Kolesnikov, A. A., Kikin, P. M., Komissarova, Ye. V., & Kas'yanova, Ye. L. (2018). The use of machine learning technologies in solving geographic tasks. *InterCarto/InterGIS*, 24(2), 371–384 [in Russian].
9. Lisitsky, D. V., Bugakov, P. Ju., & Nguen, An Taj. (2016). *Trehmernaja komp'yuternaja kartografija [Three-dimensional computer cartography]*. Novosibirsk: SSUGT Publ., 179 p. [in Russian].
10. Lisitskiy, D. V., Komissarova, E. V., & Kolesnikov, A. A. (2017). Theoretical bases and features of multimedia cartography. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 22(3), 72–87 [in Russian].
11. Lisitsky, D. V., Khoroshilov, V. S., & Bugakov P. Ju. (2012). Cartographic visualization of three-dimensional terrain models. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotos'emka [Izvestiya Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 2/1, 98–102 [in Russian].
12. Lisitsky, D. V., Kolesnikov, A. A., Komissarova, E. V., Bugakov, P. Ju., & Pisarev, V. S. (2014). Multimedia direction in cartography. *Izvestia vuzov. Geodeziya i aerofotos'emka [Izvestia Vuzov. Geodesy and Aerophotography]*, 3, 40–44 [in Russian].
13. Romicheva, E. V. (2017). Methods of processing and visualization of big data. *Alleya nauki [Science Alley]*, 3(16), 976–982 [in Russian].
14. Cockburn, A., Gutwin, C. Scarr, J., & Malacria, S. (2015). Supporting novice to expert transitions in user interfaces. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 47(2), 31 p.
15. Lee, B., Smith, G., Riche, N. H., Karlson, A., & Carpendale, S. (2015). SketchInsight: Natural data exploration on interactive whiteboards leveraging pen and touch interaction. In *2015 IEEE Pacific Visualization Symposium (PacificVis): Vol. 1.* (pp. 199–206). Doi: 10.1109/PACIFICVIS.2015.7156378.
16. Franks, B. (2012). *Taming the big data tidal wave: finding opportunities in huge data streams with advanced analytics*. John Wiley & Sons, Inc., 336 p.
17. Nolan, D., & Perrett, J. (2015). Teaching and Learning Data Visualization: Ideas and Assignments. Retrieved from: <https://arxiv.org/abs/1503.00781>.
18. Dr. Arvind Sathi (2012). *Big Data Analytics: Disruptive Technologies for Changing the Game*. First Edition. MC Press Online, LLC, 98 p.
19. Kwakkel, J. H., Carley, S., Chase, J., & Scott, W. (2014). Cunningham. Visualizing geo-spatial data in science, technology and innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 81, 67–81.

20. Rzeszotarski J. M., & Kittur A. (2014). Kinetica: Naturalistic Multi-touch Data Visualization. In *Proceedings of the 32Nd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '14*.

21. Isenberg, P., Isenberg, T., Hesselmann, T., Lee, B., von Zadow U., & Tang A. (2013). Data Visualization on Interactive Surfaces: A Research Agenda. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 33(2), 16–24. doi: 10.1109/MCG.2013.24.

22. Sadana, R., Agnihotri, M., & Stasko, J. (2018). Touching Data: A Discoverability-based Evaluation of a Visualization Interface for Tablet Computers. Retrieved from: <https://arxiv.org/abs/1806.06084>.

Received 01.07.2019

© P. Yu. Bugakov, A. A. Kolesnikov, 2019