

2. Ситуационный анализ бизнеса и практика принятия решений: учеб. пособие для ВУЗов / В. М. Попов [и др.]; под общ. ред. В. М. Попова. М.: КноРус, 2001.
3. *Албегова, И. М.* Государственная экономическая политика: опыт перехода к рынку / И.М. Албегова. М.: Дело и сервис, 1998.
4. *Львов, Д. С.* Региональная политика как фактор экономического роста / Д. С. Львов // Проблемы теории и практики управления. 2000. № 1. С. 21–24.
5. *Абакумова, Н. Н.* Политика доходов и заработной платы: учеб. пособие / Н. Н. Абакумова, Р. Я. Подвалова. Новосибирск: НГАЭиУ, 1999.
6. *Антонюк, В. С.* Региональные проблемы государственного макроэкономического регулирования / В. С. Антонюк. Челябинск, 1998.
7. *Горшенина, Е. В.* Экономическое развитие региона: приоритеты, механизмы, модели / Е. В. Горшенина. Тверь, 1999.
8. Региональная экономика: новые подходы / Под ред. Л. А. Козлова. М.: Наука, 1993.
9. *Бережная, Е. В.* Математические методы моделирования экономических систем / Е.В. Бережная. М. Финансы и статистика, 2001.
10. *Андрианов, Д. Л.* Разработка систем информационно-аналитической поддержки принятия решений региональных органов власти / Д. Л. Андрианов, Н. В. Ярушкина. Режим доступа: http://www.up.mos.ru/tsg/10/10_34_3.htm. Дата доступа: 25.11. 2007.

Фурман Наталия Львовна, старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и анализа хозяйственной деятельности Гродненского государственного университета имени Янки Купалы, furman_nata@mail.ru

УДК 004

А. А. Чернышов, А. М. Кадан

РЕШЕНИЕ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ СИСТЕМЫ NASA WORLD WIND

Предложена схема решения прикладных задач с использованием высотных данных участков земной поверхности, предоставляемых приложением NASA World Wind. Представлена последовательная схема решения задач такого класса: разработка модуля для получения высотных данных, создание модуля работы с картографической информацией в виде библиотеки алгоритмов; разработка приложения для построения 3-мерной модели и средств для ее визуализации. Приведен пример использования предложенного подхода для решения задачи определения области затопления участка местности.

Введение

Современные географические информационные системы (ГИС) представляют собой новый тип интегрированных информационных систем, которые, с одной стороны, включают модули обработки данных, накопленных внешними автоматизированными системами, с другой – обладают собственными хранилищами и спецификой в организации и обработке данных. Практически это определяет ГИС как многоцелевые, многоаспектные системы. С этой точки зрения можно считать более точным определение ГИС как геоинформационных систем, а не как географических информационных систем. Ввиду того, что процент чисто географических данных в таких системах незначителен, технологии обработки данных имеют мало общего с традиционной обработкой географических данных и, наконец, географические данные служат лишь базой решения большого числа прикладных задач, цели которых далеки от географии.

Очевидно, что географические (картографические) данные ГИС могут использоваться как информационная база для решения ряда прикладных задач, имеющих значительный экономический эффект. Но большинство таких задач в настоящее время не могут быть полноценно решены из-за ряда факторов, в первую очередь таких, как отсутствие необходимых данных и отсутствие необходимого программного обеспечения (или его высокая стоимость).

В данной статье предлагается технология использования геоинформационных систем, использующих несвободную лицензию с открытым исходным кодом, и открытых картографических данных для решения задач, связанных с расчетом характеристик и анализом процессов, основанных на высотных данных участков земной поверхности.

Традиционно высотные данные участков земной поверхности либо недоступны вовсе, либо конфиденциальны и защищены по меньшей мере ведомственными нормативными актами, а соответствующее программное обеспечение – жесткими условиями лицензий по его использованию. В случае использования открытого программного обеспечения или использующего несвободную лицензию с открытым исходным кодом, исходный код таких программ доступен для просмотра, изучения и изменения. Также допускается его использование в целях создания новых программ – через заимствование исходного кода, изучение использованных алгоритмов, структур данных, технологий, методик и интерфейсов. К данному типу программного обеспечения относится используемое нами программное обеспечение – система NASA World Wind и импортируемые из него данные о земной поверхности.

Программный комплекс NASA World Wind

Программный комплекс NASA World Wind – это полностью трехмерный интерактивный виртуальный глобус, созданный NASA [1]. Использует спутниковые снимки NASA, аэрофотосъемку USGS и радарную интерферометрическую съемку поверхности SRTM (Shuttle radar topographic mission) для построения трехмерных моделей Земли и ближайших планет солнечной системы – Луны, Марса, Венеры и Юпитера.

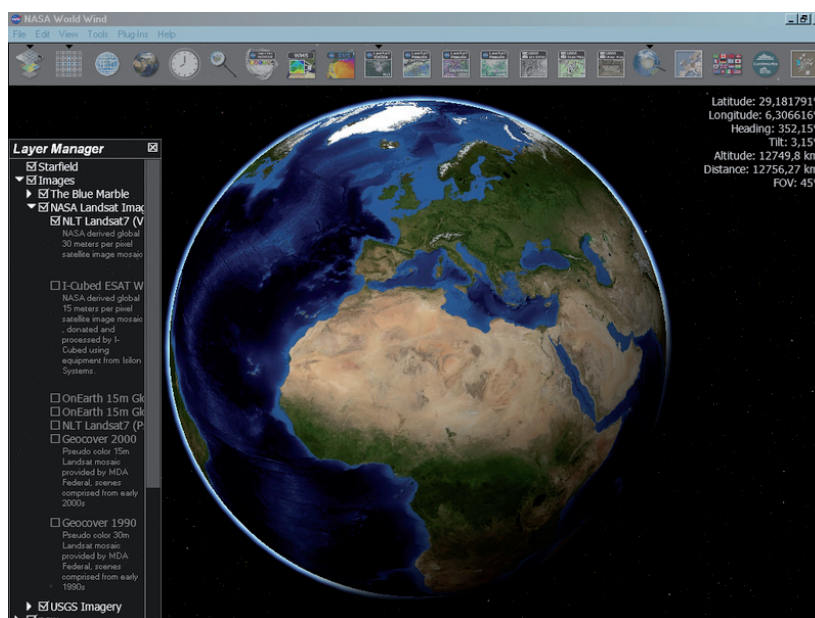


Рис. 1. Главное окно программы NASA World Wind

Радарная интерферометрическая съемка поверхности земного шара SRTM была осуществленная в феврале 2000 г с борта космического корабля «Space Shuttle». Съемка была проведена на почти всей территории Земли (за исключением океанов и областей северных и южных широт, больше 55°–60°) с помощью двух радиолокационных сенсоров. Результатом съемки стала цифровая модель рельефа 85 % поверхности Земли. Территория Земли была отснята с разрешением 15 метров на пиксел, в то время как территория США – 1 метр/пиксел, а густонаселенные территории США – 0,33 метра/пиксел.

Данные SRTM распространяются квадратами 1×1 градус в двух форматах – SRTM1, соответствует сетке с размером ячейки в 1 угловую секунду (для территории США), и SRTM3 – соответствует сетке с размером ячейки в 3 угловых секунды (для остального мира). Файлы данных формата SRTM3 представляют собой матрицу из 1201×1201 (для SRTM1 – матрицу 3601×3601) значений. Один дополнительный ряд (нижний) и одна колонка (правая) являются дублирующим, и повторяется на соседней матрице.

Эти данные содержат информацию о рельефе земной поверхности. Название квадрата соответствует координатам его левого нижнего угла. Например: «n53e23» интерпретируется как «53 гр. с.ш., 23 гр.в.д». Данные являются простым 16-битным растром (без заголовка). Значение пиксела является высотой над уровнем моря в данной точке. Пиксел также может принимать значение –32768, что соответствует значению no data (нет данных).

Существует две версии данных: предварительная (unfinished, версия 1) и окончательная (finished, версия 2). Окончательная версия прошла дополнительную обработку, выделение береговых линий и водных

объектов, фильтрацию ошибочных значений. Изначально планировалось распространение данных Level-2 с максимальным разрешением в 30 м (1 угловая секунда), но, в связи с угрозой терроризма было принято решение распространять генерализованные данные Level-1 с разрешением 90 м (3 угловых секунды) на всю снятую территорию, кроме территории США, на которую данные распространяются с максимальным разрешением.

Таким образом, с помощью данных SRTM о рельефе земной поверхности можно построить объемную модель местности и производить на ней расчеты. Данные SRTM-формата соответствуют спецификации интерферометрических данных о рельефе (Interferometric Terrain Height Data (ITHD)-2). А именно, размер элемента 30×30м, погрешность точности по высоте – не больше 20 метров. При использовании данных SRTM необходимо иметь в виду, что это рельеф вместе с объектами (леса, мосты, города ...).

NASA World Wind использует несвободную лицензию с открытым исходным кодом. Из-за используемых при разработке технологий (C#, DirectX) программа работает только под управлением операционных систем семейства Windows NT.

Программа позволяет выбирать масштаб, направление и угол зрения, видимые слои, производить поиск по географическим названиям. Возможно отображение названий географических объектов и политических границ.

Схема решения задач на основе высотных данных NASA World Wind

Решение задач на основе высотных данных предполагает разработку модуля для получения высотных данных NASA World Wind, разработку алгоритма их обработки, реализацию алгоритма в виде внешней библиотеки NASA World Wind, создание модулей для построения 3-мерной модели поверхности и ее визуализации.

Реализация указанных этапов, применительно к решению задач определения области затопления местности при подъеме уровня воды, предполагает решение следующих задач:

- организацию процесса получения свободно распространяемых высотных данных;
- формирование системы хранения полученных данных;
- разработку плагина для NASA World Wind для получения высотных данных любых участков поверхности планеты;
- создание пользовательского интерфейса для плагина;
- разработку средств визуализирования высотных данных;
- разработку алгоритма для решения задачи определения областей подтопления при подъеме уровня воды в виде внешней библиотеки;
- реализацию системы обозначения области подтопления;
- создание системы подготовки полученных данных к визуализации;
- создание пользовательского интерфейса для системы обработки данных.

Извлечение данных из NASA World Wind

Программный комплекс NASA World Wind имеет расширяемую архитектуру. Существуют плагины для работы с GPS для отображения облачности, землетрясений, ураганов и пр., которые обеспечивают представление данных практически в режиме реального времени. Первоначально в программе содержатся карты с низким разрешением. При приближении некоторой рассматриваемой области на карте изображения с высоким разрешением скачиваются с серверов NASA.

Для решения задачи расчета области затопления необходимо организовать получение высотных данных, с которыми мы впоследствии будем работать. Для этого необходимо создать плагин, который позволит нам импортировать высотные данные из программы NASA World Wind в удобный для дальнейшей работы формат.

Для разработки плагина, в силу того, что NASA World Wind работает только под управлением Windows, было использовано следующее программное обеспечение: .NET Framework 2.0 SDK (.NET Framework 2.0 Software Development Kit (SDK) (x86)); Microsoft Visual Studio .NET 2005; TortoiseSVN как средство получения исходных кодов NASA World Wind из системы хранения кода SVN [2].

Пользовательский интерфейс плагина представлен на рис. 1. Для выбора высотных данных некоторой области земной поверхности пользователь имеет возможность указать широту и долготу, которые определяют координаты центра обзора камеры, регуляторы размера и угла наклона прямоугольника выделения. Дополнительно указывается возможность копирования текстур с указанием слоя, начиная с которого копировать текстуры, и указанием размера текстур. Согласно введенным параметрам определяется копируемая область, для отображения которой используется контур красного цвета. После этого пользователь может инициировать начало процесса импорта и сохранения данных и вызов картографического приложения для отрисовки 3-мерной модели.

Например, при выборе в качестве точки центра обзора камеры места расположения Гродненской ГЭС получим значения: для широты – 53.82267, долготы – 23.83346. Размер области удобно выбрать: 0.1644 и угол: 0. В этом случае мы гарантированно захватим возможную область подтопления ГЭС.

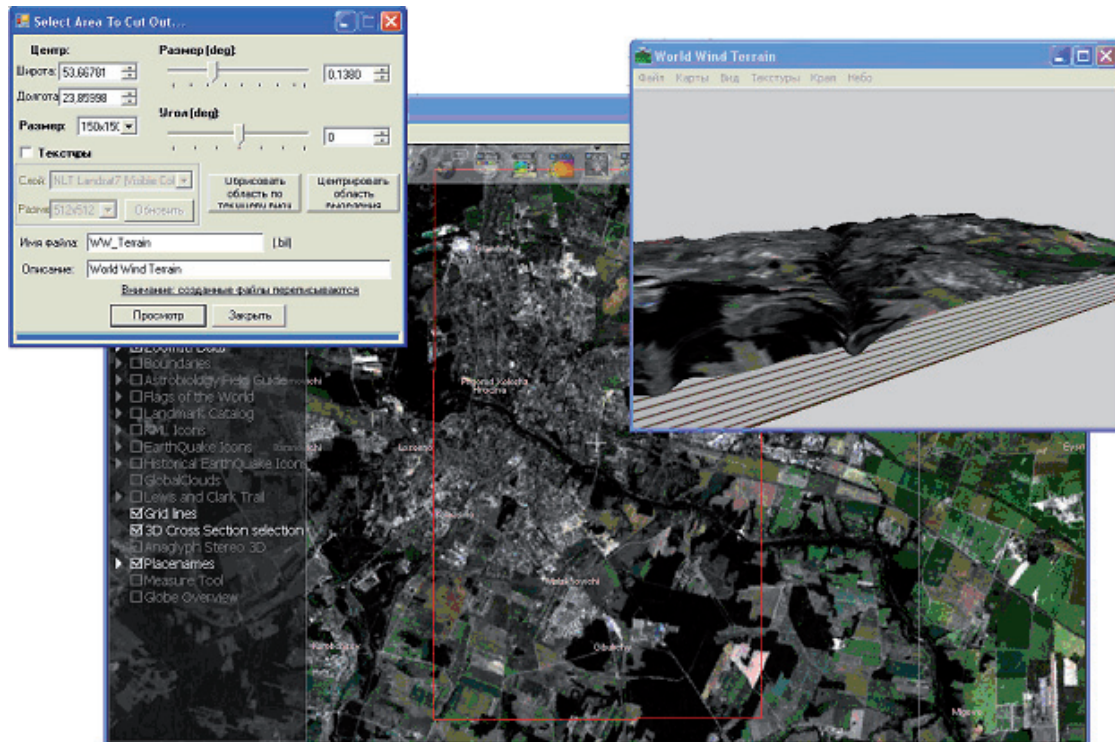


Рис. 2. Пример пользовательского интерфейса плагина извлечения высотных данных

Для интеграции в NASA World Wind плагин должен быть скопирован в иерархию папок программы. После этого, чтобы GIT-компилятор .Net Framework мог его «подхватить» и скомпилировать, необходимо в настройках NASA World Wind включить загрузку разработанного плагина.

Задача расчета области затопления

Второй частью работы является разработка библиотеки алгоритмов, обрабатывающих высотные данные, полученные ранее плагином, и приложения для построения 3-мерной модели для их визуализации. Также одним из моментов реализации визуализирующего приложения является выбор системы цветовой маркировки областей затопления в случае наводнения, разлива рек и озер.

Приложение для построения 3-мерной модели на основе картографических данных расположим в папке плагина. Приложение будет использовать ту же иерархию каталогов, что и плагин. Такой подход позволит упростить обмен данными, что даст более стабильную и быструю работу всех модулей приложения.

Импорт данных из приложения NASA World Wind будет осуществляется в формате бинарного файла (*.bil), а также файла текстуры. Эти файлы в дальнейшем станут использоваться приложением, которое и будет строить по ним 3-мерную модель выделенного участка земной поверхности на основе его высотных данных.

Алгоритм расчета области затопления

В качестве задачи, на которой проверялась работа алгоритма, была выбрана задача расчета и визуализации областей затопления при разном уровне подъема воды. Точное решение задачи расчета зон затопления требует учета большого числа факторов, таких как впитываемость почв, наличие грунтовых вод, температура воздуха и другие и может решаться только с помощью гидродинамического подхода [3].

На практике при проектировании геообъектов достаточно приближенного решения, которое может быть получено с помощью геометрического подхода, основанного на анализе триангуляционной модели поверхности [3]. Модель поверхности можно неформально определить как триангуляцию, всем узлам которой поставлена в соответствие их высота (Z-координата).

В качестве структуры данных для представления поверхности лучше использовать структуру «Узлы, простые ребра и треугольники». В такой структуре каждый треугольник содержит ссылки на три образующих его узла, на проходящие через него структурные ребра и на три соседних треугольника. Использование подобной структуры данных позволяет существенно увеличить скорость работы алгоритмов анализа триангуляционной модели поверхности, на которых основан предлагаемый алгоритм.

Входными данными алгоритма являются триангуляционная модель поверхности T и объем выпавших осадков V , мм/м². Выходными данными – список полигонов, соответствующих искомым зонам затопления с заданным объемом воды.

Трудоёмкость данного алгоритма составляет $O(N*C)$, где N – число узлов в триангуляции, а C – число ребер перегиба – ребер триангуляции T , в которых экспозиция (направление) склона меняет свое значение на противоположное.

Трудоёмкость складывается из трудоёмкости процедуры построения изолиний, которая имеет трудоёмкость $O(N)$ и повторяется для всех ребер перегиба, т. е. C число раз, следующим образом. Для каждого найденного ребра перелома находится узел с наименьшей Z -координатой (h). Затем по уровню h строится изолиния исходной триангуляции – геометрическое место точек на поверхности, имеющих высоту h и имеющих в любой своей окрестности другие точки с меньшей высотой. Тем самым моделируется ситуация заполнения поверхности водой до уровня h .

Примеры работы алгоритма

Модуль и библиотека, реализующая геометрический алгоритм для решения задачи определения области затопления, были применены к расчету области затопления на примере строительства Гродненской ГЭС.

Таблица 1

Климатические нормы осадков по г. Гродно, мм.

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ за год
Осадки, мм	34	31	33	40	51	76	77	74	50	42	46	42	596

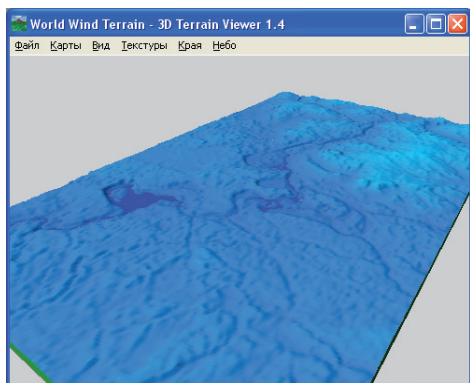


Рис. 3. Результат работы алгоритма с месячными осадками 30–55 мм в холодное время года

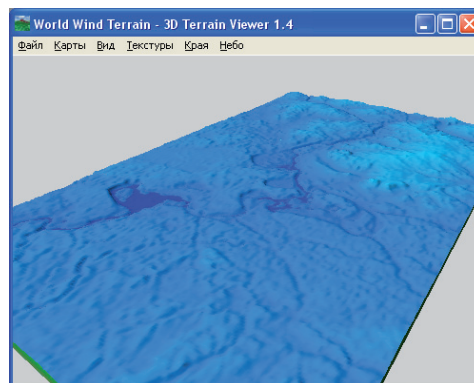


Рис. 4. Результат работы алгоритма с месячными осадками 55–75 мм в теплое время года

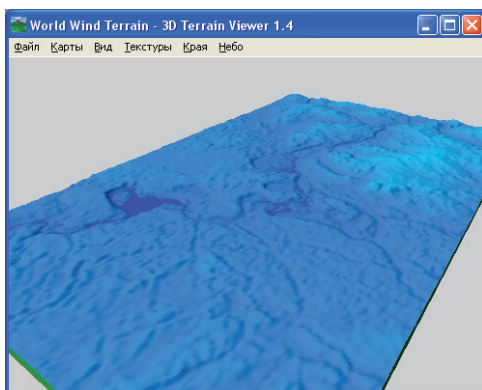


Рис. 5. Результат работы алгоритма в случае выпадение среднемесячной нормы 49 мм осадков в течение суток

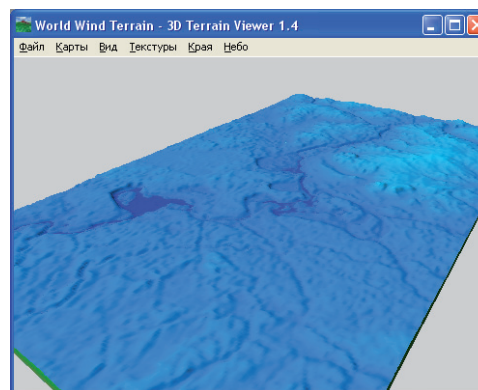


Рис. 6. Результат работы алгоритма в случае перекрытия стока вода и выпадения среднемесячной нормы 49 мм осадков в течение суток

На рисунках 3–6 визуализированы зоны затопления в случае выпадения различных среднемесячных норм осадков в течение суток. Как видно из рис. 6, в случае перекрытия стока воды, уровень ее повышается весьма значительно.

Заключение

В результате выполнения работы было: разработано программное обеспечение плагина для получения данных из программы NASA World Wind и программы построения 3-мерной модели на основе полученных данных для графического отображения цветовой градацией возможных областей подтопления с использованием геометрического алгоритма расчета областей затопления. Реализация алгоритма в виде отдельной библиотеки позволяет использовать данный алгоритм в других разработках без необходимости перекомпиляции проекта или необходимости наличия исходных кодов алгоритма.

Литература

1. Сайт проекта NASA World Wind [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://worldwind.arc.nasa.gov/java>. Дата доступа: 21.05.2009.
2. Система хранения кода NASA World Wind [Электрон. ресурс] <https://nasa-exp.svn.sourceforge.net/svnroot/nasa-exp/trunk/WorldWind>. Дата доступа: 21.05.2009.
3. Коваленко, В. В. Моделирование гидрологических процессов / В. В. Коваленко. – СПб: Гидрометеорологическое издательство, 1993.

Кадан Александр Михайлович, заведующий кафедрой системного программирования и компьютерной безопасности Гродненского государственного университета имени Янки Купалы, кандидат технических наук, доцент, alexander.kadan@gmail.com

Чернышов Алексей Акимович, магистрант факультета математики и информатики Гродненского государственного университета имени Янки Купалы, observer@gmail.com

УДК 519.863

А. В. Чмак

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ РАЦИОНАЛЬНЫХ ГРАФИКОВ РАБОТЫ СОТРУДНИКОВ ПУНКТОВ ТАМОЖЕННОГО ОФОРМЛЕНИЯ

Описываются некоторые проблемы в работе пунктов таможенного оформления. Строится модель булевого стохастического программирования оптимизации графика работы сотрудников таможенного поста для обслуживания случайного потока автомобилей через границу с целью минимизации затрат на оплату труда. Для нахождения решения задачи строится детерминированный эквивалент данной модели. На основе генетического алгоритма разработан программный модуль, позволяющий находить решения детерминированной задачи.

Введение

Поток движущихся транспортных средств через пункты таможенного оформления (ПТО) непостоянен и изменяется с течением времени под воздействием различных, в том числе и случайных, факторов. Поэтому возникает проблема оптимизации деятельности работы таможенного поста таким образом, чтобы пропускная способность его наилучшим образом соответствовала транспортному потоку в конкретный момент времени.

Одним из факторов, влияющих на изменение пропускной способности, является количество сотрудников таможенной службы, работающих в данный момент времени на ПТО. Поэтому для рациональной деятельности таможенного поста необходимо оптимальное планирование графиков работ персонала.

В работе с помощью статистических методов выполнен анализ структуры и динамики транспортного потока, проходящего через пункты пропуска Гродненской региональной таможни [1]. Для анализа использовались данные о ежедневных потоках транспорта по трем пунктам пропуска за два месяца (сентябрь и