Комитет науки Министерства образования и науки
Республики Казахстан
РГП «Институт информационных и вычислительных технологий»
КН МОН РК

25 лет
Независимости
Республики Казахстан

25 лет
Институту
информационных и
вычислительных
технологий

МАТЕРИАЛЫ
Международной научной конференции «Информатика и прикладная математика» («Computer science and Applied Mathematics»), посвященной 25-летию Независимости Республики Казахстан и 25-летию Института информационных и вычислительных технологий

I часть

г. Алматы, 21-24 сентября 2016 года

Алматы
2016

Секция 2. ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ		226
Найзабаева Л.Қ., Оразбеков Ж.Н., Оразбекова Н.М.	Корпоративті қосымшаларды интеграциялау тәсілдері	257
Абилкаева Ж.Н., Габбасов М.Б., Ибраев Е.А.	Пространство имен NSTOFI для автоматизации обмена данными	233
Айдаров К.А., Ахмед-Заки Д.Ж.	Модернизация веб-ориентированной системы проведения научных расчетов с использованием кластерных ресурсов	247
Ерзин А.И.	Эффективный мониторинг протяжённых объектов с использованием одинаковых направленных устройств	255
Жубатов Ж., Хикметов А.К., Жакебаев Д.Б., Абдибеков А.У., Каржаубаев К.К.	Создание графического интерфейса прикладной программы для моделирования сценариев аварийного взрыва ракеты-носителя	263
Искаков К.Т., Кусаинова А.Т.	Научно-технические основы систем георадиолокации	269
Калимолдаев М.Н., Амирханова Г.А.	Программный комплекс для экономической модели Р. Лукаса	276
Крак Ю.В.	Методы анализа и синтеза систем коммуникационной информации	282
Кусаинова А.Т., Искаков К.Т., Оралбекова Ж.О.	Обзор основных понятий технологии Data Mining	293
Лебедев Д.В., Перепелкин В.А.	Фрагментация алгоритма численного решения трехмерного модельного уравнения теплопроводности и исследование эффективности его реализации	300
Плотников Р.В., Ерзин А.И., Младенович Н.	Локальный поиск с чередующимися окрестностями для задачи оптимального синтеза коммуникационной сети	308
Самигулина Г.А., Шаяхметова А.С.	Smart-система дистанционного обучения людей с ограниченными возможностями зрения на основе когнитивного подхода	318
Скопин И.Н.	О функциональном программировании и модульности	325

СОЗДАНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЦЕНАРИЕВ АВАРИЙНОГО ВЗРЫВА РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ

Жубатов Ж., Хикметов А.К., Жакебаев Д.Б., Абдибеков А.У., Каржаубаев К.К
e-mail: askar.khikmetov@kaznu.kz

РГП НИЦ Ғарыш Экология
ДГП НИИ Механики и математики, КазНУ им. аль-Фараби

Аннотация. *В данной статье рассматривается разработка графического интерфейса прикладной программы для моделирования сценариев аварийного взрыва ракеты-носителя. Для создания данной геоинформационной системы применялись современные методы математического моделирования и технологии построения интерфейсов пользователя.*

Ракетно-космическая деятельность (РКД), которая в последние годы так интенсивно развивается в Республике Казахстан, породила огромное количество проблем и стала привлекать внимание не только специалистов, но и широкие слои населения. Как известно, негативным моментом РКД относится, прежде всего, загрязнение окружающей среды отделяющимися деталями ракетоносителей, а также токсическими компонентами ракетного топлива (гептил и его производные, азотный тетраоксид и др.). При этом происходят сверхмощные пиковые воздействия, залповые выбросы тепловой энергии и опасных веществ, загрязнение окружающей среды ракетно-космическим мусором и ядовитым ракетным топливом, причем, как жидким, так и твердым.

Все стадии цикла РКД, могут представлять экологическую опасность, что зачастую определяет очень большие, фактически, глобальные, масштабы проблемы. В первую очередь, это непосредственное загрязнение окружающей среды токсичными компонентами самого ракетного топлива, а также продуктами его горения. Так при запуске ракетоносителя «Протон» только плановый выброс в атмосферу остатков неотработанного гептила из 1-й и 2-й ступеней составляет 2,7 тонны, а в случае аварии ракетоносителя в атмосферу выбрасываются десятки тонн этого высокотоксичного горючего. При этом сильные турбулентные потоки в атмосфере приводят к быстрому перемешиванию выброшенных химических компонентов с большими объемами воздуха и распространению их на большие расстояния.

Система мониторинга последствий аварийных взрывов ракетоносителей на основе геоинформационных технологий, позволит автоматизировать процесс приема и обработки информации об аварийных ситуациях, обеспечит геоинформационное моделирование распространения остатков ракетного топливо, с учетом характеристик местности, погодных условий и масштабов аварии, а также представлять результаты лицу, принимающему дальнейшее решение по ликвидации аварии.

В решении задач данного класса не обойтись без использования современных информационных технологий, среди которых особое место занимают геоинформационные системы (ГИС). Как известно, ГИС - система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информацией о необходимых объектах.

Программный комплекс позволяет не только отображать на географической карте расположение явлений и объектов, но и оперировать большими массивами разнообраз-

ной информации, на основе которой принимаются решения по управлению ресурсами и процессами.

На сегодняшний день одной из самых популярных коммерческих ГИС является ArcGIS (Esri Inc.). ArcGIS обладает рядом преимуществ над подобными программами, однако высокая цена, особенно в случае развертывания большой корпоративной среды, делает невозможным использование данной ГИС при ограниченном бюджете. Необходимо также отметить, что ГИС ArcGIS ограничена по функциональности в случае необходимости расчета загрязнения водной среды от источников добычи нефти и от маршрутов ее транспортировки.

При прогнозе и оценке масштабов загрязнения почвы и приземного слоя атмосферы при аварийных падениях ракеты-носителей необходимо использовать не только зарубежное закрытое ПО, но и отечественные программные комплексы, дополненные современными математическими моделями и методами.

Основными задачами для созданной веб ГИС являются:

1. Использование электронных, векторных карт для более точного отображения исследуемой территории;
2. Удобный графический интерфейс пользователя;
3. Расширяемый модуль математического моделирования сценариев аварийного взрыва ракеты-носителя;
4. Клиент-серверная архитектура;
5. Создание протокола обмена сообщениями между клиентской и серверной частью.

ГИС моделирования сценариев аварийного взрыва ракеты-носителя создана с использованием технологии создания настольных графических кроссплатформенных приложении JavaFX (JXML) на языке программирования Java. Благодаря системе разметки графического интерфейса - JFXML удалось отделить логику работы интерфейса от остальной части программы. Функции отображения векторной карты возложены на стандартный компонент JavaFx - Canvas модифицированный для объектно-ориентированного отображения различных слоев географической информации. Различные режимы работы с графическим интерфейсом представлены на рисунках 1-2.

Источником векторных слоев карт являются так называемые шейпфайлы появившиеся в программном продукте ArcView GIS Version 2 (shapefile). Шейпфайл – набор двоичных файлов хранящих пространственную и атрибутивную информацию по некоторому географическому объекту. Шейпфайлы не содержат топологической надстройки, они имеют ряд преимуществ перед другими источниками данных, например, более быструю прорисовку и возможность редактирования. Шейпфайлы работают с объектами, которые могут перекрываться или совсем не соприкасаться. Они обычно требуют меньшой дисковой памяти (за счет хранения данных в двоичном виде) и более просты при чтении и записи. Подробное техническое описание структуры и содержания шэйпфайла приведено в [1]. В пользовательской программе активные слои векторных карт храняться в виде списка стандартного типа ArrayList. Добавление нового векторного слоя в пользовательскую программу реализуется с помощью логики добавления нового элемента в список ArrayList.

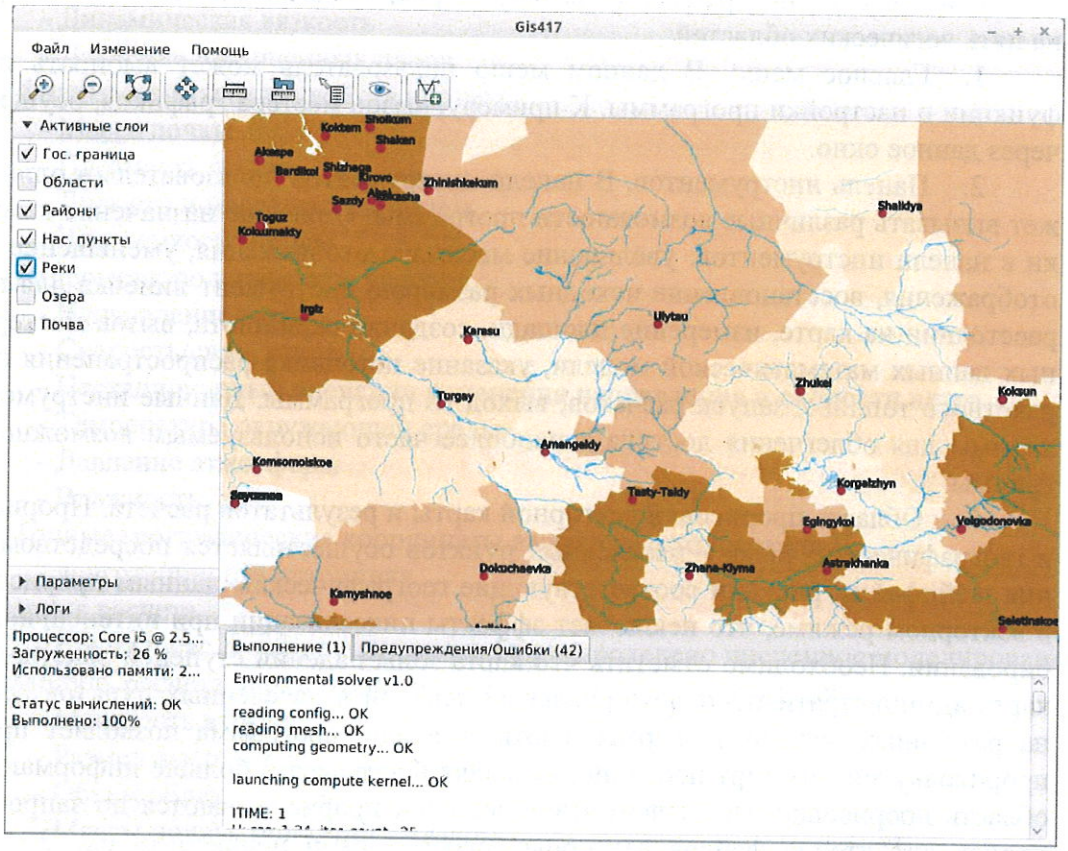
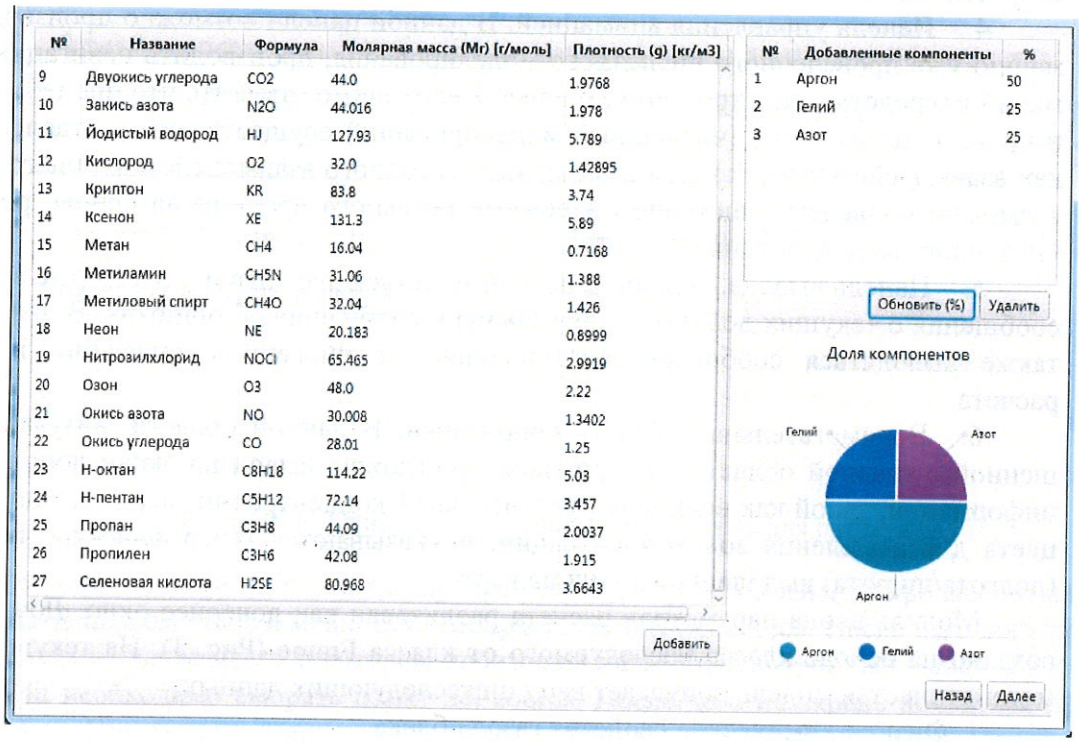


Рисунок 1 - Главное окно программы с загруженными векторными слоями



№	Название	Формула	Молярная масса (Mr) [г/моль]	Плотность (g) [кг/м3]
9	Двуокись углерода	CO2	44.0	1.9768
10	Закись азота	N2O	44.016	1.978
11	Йодистый водород	HJ	127.93	5.789
12	Кислород	O2	32.0	1.42895
13	Криптон	KR	83.8	3.74
14	Ксенон	XE	131.3	5.89
15	Метан	CH4	16.04	0.7168
16	Метиламин	CH5N	31.06	1.388
17	Метиловый спирт	CH4O	32.04	1.426
18	Неон	NE	20.183	0.8999
19	Нитрозилхлорид	NOCl	65.465	2.9919
20	Озон	O3	48.0	2.22
21	Окись азота	NO	30.008	1.3402
22	Окись углерода	CO	28.01	1.25
23	Н-октан	C8H18	114.22	5.03
24	Н-пентан	C5H12	72.14	3.457
25	Пропан	C3H8	44.09	2.0037
26	Пропилен	C3H6	42.08	1.915
27	Селеновая кислота	H2SE	80.968	3.6643

Добавить

№	Добавленные компоненты	%
1	Аргон	50
2	Гелий	25
3	Азот	25

Обновить (%) Удалить

Доля компонентов

Назад Далее

Рисунок 2 - Окно выбора начальных параметров из локальной базы параметров

Главное окно программы приведено на рис. 1. Логически главное окно разделено на пять логических областей:

1. Главное меню. В данном меню пользователь может выбирать различные функции и настройки программы. К примеру, вызов мастера графиков, осуществляется через данное окно.

2. Панель инструментов. В панели инструментов пользователь в один клик может вызывать различные возможности программы. Описание назначения каждой кнопки в панели инструментов: увеличение масштаба отображения, уменьшение масштаба отображения, восстановление исходных размеров, инструмент линейка для измерения расстоянии на карте, измерение площади, создание скриншота, вызов мастера начальных данных математической модели, указание источника распространения компонент ракетного топлива, запуск расчетов, выход из программы. Данные инструменты необходимы для облегчения доступа к наиболее часто используемым возможностям программы.

3. Область прорисовки векторной карты и результатов расчета. Прорисовка карт и географических точек – населенных пунктов осуществляется посредством применения шейпфайла, рисунки соответствующие географическим данным прорисовываются в векторном режиме, что исключает эффекты пикселизации при интенсивном масштабировании. Необходимо отметить что карта зоны падений ступеней ракеты-носителей, карта административно-территориальных делении и населенных пунктов реализованы на различных векторных картах, соответственно, программа позволяет производить прорисовку многих карт послойно, позволяя накладывать больше информации в одну область прорисовки. На первом этапе все слои прорисовываются по запросу, то есть происходит чтение файлов векторных слоев и сама прорисовка их. Это позволяет заметно снизить использование памяти, однако данный подход может сказаться на скорости и отзывчивости пользовательского интерфейса.

4. Панель управления анимацией. В данной панели возможно производить анимацию уже проведенного численного моделирования, производить навигацию по анимации посредством инструмента линейка. Необходимо отметить что процесс анимации и проведения расчетов (численного моделирования) осуществлены в отдельных потоках взаимодействующих механизмами меж поточного взаимодействия, благодаря чему возможно проведение анимации в режиме реального времени на основе результатов численного моделирования.

5. Панель вывода. В данной панели имеется две влкадки в которые выводиться сообщения о текущих действиях программы и сообщения об ошибках. В даную панель также выводяться сообщения поступающие от численной еализации в процессе расчета.

6. Вспомогательная область прорисовки. В данной области, визуально совмещенной с главной областью прорисовки происходит вывод на экран дополнительной информации, такой как величина относительной концентрации загрязняющих веществ, цвета для выделения зон концентрации, и указываются географические координаты (долгота/широта) выделенной точки на карте.

Модуль ввода параметров расчета реализован как дочернее окно. Дочернее окно создано на основе класса наследуемого от класса Frame (Рис. 3). На текущий момент математическая модель допускает ввод нижеследующих данных:

1. Физико-химические свойства газов облака
   - Молярная масса газов
   - Плотность газов
   - Кинематическая вязкость

- Динамическая вязкость
- Давление насыщенных паров

2. Физико-химические свойства почвы
   - Масса почвы
   - Плотность почвы
   - Диаметр и масса частиц почвы
   - Влагоемкость почвы
3. Гидрометеорологические условия
   - Направление ветра
   - Скорость/сила ветра
   - Нестационарный сценарии изменения направления и скорости ветра
   - Температура окружающей среды
   - Давление атмосферы
   - Влажность
4. Точные географические координаты взрыва ракетоносителя
   - долгота/широта источника
5. Время расчета
   - Время в час. в течение которого будет проведено численное моделирование
6. Модуль расчета параметров начального формирования облака
   - Мощность взрыва
   - Размер высоты поднятия облака
   - Объем облака
   - Массы почвы, поднятой взрывом

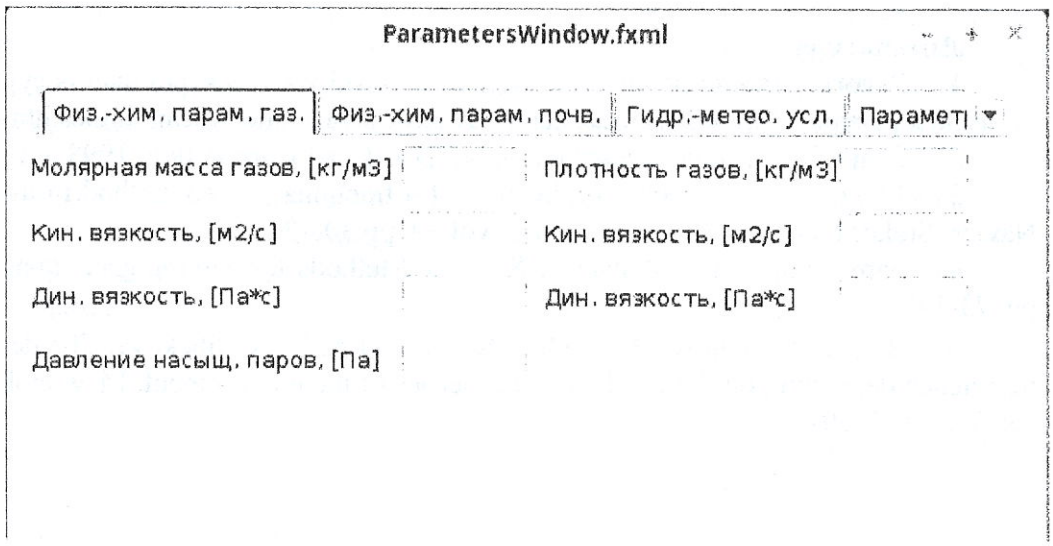


Рисунок 3- Окно ввода начальных параметров для расчета.

Указание области на карте где произошел взрыв ракетоносителя производиться в два этапа. В первом этапе в меню Edit выбирается пункт Set source. После чего достаточно кликнуть на карте место в котором произошел начальный аварийный взрыв. Далее в меню Edit необходимо выбрать пункт Set coords. После чего на экране появиться окно ввода географических координат эволюции координаты места взрыва ракетоносителя.

Модуль математического моделирования формирования облака в результате взрыва ракетоносителя основан на решении нестационарных отфильтрованных уравнений Навье-Стокса, уравнении неразрывности для каждой компоненты в декартовой си-

стеме координат, уравнение для температуры и концентрации, уравнения движения частицы, уравнение изменения траектории частицы. Для замыкания системы уравнения принимаются свободные граничные условия во всех направлениях.

Для решения задачи используется схема расщепления по физическим параметрам, которая состоит из пяти этапов. Для уравнения импульса на первом этапе промежуточное поле скорости находится методом дробных шагов с использованием метода Адамса-Башфорта с четвертым порядком точности по пространству и третьем по времени [3, 4]. На втором этапе, по найденному промежуточному полю скоростей, находится поле давления с применением метода матричной прогонки [5]. На третьем этапе пересчитывается окончательное поле скоростей. На четвертом этапе, по найденным полям скоростей смеси решаем уравнения для температуры и концентраций компонентов с учетом массовых сил, в дальнейшем определяем парциальную плотность и динамическую вязкость каждой компоненты. На пятом этапе, решаются уравнений движения и изменения траектории частицы.

Таким образом, разработан графический интерфейс программно-технического комплекса по моделированию динамики облака, образовавшегося при наземном взрыве ракеты-носителя, для расчета и визуализации: остатка топлива на момент падения; силы взрыва; механического и химического состава в зависимости от типа почвы; температуры внутри облака; движения облака под воздействием сезонных климатических. Графический интерфейс пользователя позволяет быстро вводить исходные данные, проводить многократные численные эксперименты с различными входными данными, и визуализировать результаты моделирования.

Работа выполнена при поддержке грантового финансирования научно-технических программ и проектов Комитетом науки МОН РК, грант №0383/ГФ4.

Литература

1. Руководство по работе с технологией JavaFx 8 [электронный ресурс], – режим доступа к ресурсу: http://docs.oracle.com/javase/8/javase-clienttechnologies.htm
2. Shapefile: Technical description, l-'.SH 1. ESRI Corporation, 1998. - 34 pp.
3. J.Kim, P. Moin, 1985. Application of a fractional – step method to incompressible Navier- Stokes equations // J. Comp. Phys. vol.59, pp.308-323.
4. Samarskii, A.A., Nikolaev, E.S. 1978. Methods for solving grid equations. Nauka, pp. 73-120.
5. B. T. Zhumagulov, D. B. Zhakebayev, and A. U. Abdibekova. The decay of MHD turbulence depending on the conductive properties of the environment. Magnetohydrodynamics, 50, No. 2, 2014.