

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ КАК
СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
РАБОТЫ ЛАЗЕРНОГО ЛОКАТОРА УТЕЧЕК
ГАЗА КОМПЛЕКСНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ
МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ**

Плюснин И.И., Бушмелева К.И.,

Назин А.Г., Бушмелев П.Е.

*Сургутский государственный университет,
Сургут, Россия*

Основной отраслью производства северного региона является газодобывающая отрасль промышленности. ООО «Сургутгазпром» - одно из крупнейших и эффективно работающих предприятий ОАО «Газпром», составная часть Западно-Сибирского нефтегазового комплекса, осуществляющее добычу и транспорт газа, транспорт и переработку газового конденсата.

Приоритетную роль в производственной деятельности ООО «Сургутгазпром» занимает поставка газа с северных месторождений на индустриальный Урал и в Центральные регионы страны. Стабильная работа магистрального газопровода Уренгой – Челябинск, компрессорных станций – важнейшая задача ООО «Сургутгазпром». К сожалению, на сегодняшний момент, никто не застрахован от различного рода аварий связанных с утечкой газа в окружающую среду. Такого рода происшествия несут как значительный материальный, так и трудно оценимый экологический ущерб. Вовремя обнаружить, оценить объемы, а по возможности и предотвратить подобные ситуации задача не последней важности.

Природный газ, поступая в систему газопроводов «Сургутгазпрома», пересекает сотни рек и болотистых участков, эксплуатируется в жестких температурных условиях (при этом необходимо отметить отсутствия на большом расстоянии, каких либо дорог). Газопровод, имеет большую протяженность и проходит по территории Ямало-Ненецкого, Ханты-Мансийского округов, южных районов Тюменской области и далее на запад нашей страны.

Учитывая все выше сказанное становится ясно, что доступ к любому аварийному объекту будет сильно затруднен. Однако, для безопасной эксплуатации газотранспортных систем необходимо регулярное патрулирование газопроводов с целью своевременного обнаружения утечек газа. Таким образом, наиболее привлекательным вариантом в данном случае станет метод дистанционного обнаружения утечек газа прибором базирующемся на борту летательного аппарата, в виде вертолета.

Как во всем мире, так и в России решению данной проблемы уделяется не мало внимания. На сегодняшний день учеными предложено много различных решений. Не остался в стороне и город Сургут, вот уже на протяжении нескольких лет группой специалистов и ученых Сургутского государственного университета и «Сургутгазпрома» ведется разработка и усовершенствование комплексной системы дистанционного лазерного зондирования утечек метана с борта летательного аппарата, задача, которой является обнаружение, определение координат и оценка объемов

утечек углеводородного сырья из газопроводов. Благодаря использованию современных технологий в различных областях техники, данная система обладает широкой функциональностью, надежностью и новизной.

Целью данной работы – является создание комплексной системы и недорогого лазерного локаатора, пригодного для дистанционного обнаружения фоновых концентраций утечек метана из магистральных газопроводов с определением координат утечки газа и оценкой объема выбросов, как автономно, так и при воздушном патрулировании на борту летательного аппарата. Задача детектированных фоновых концентраций метана до настоящего времени не нашла достаточно простого решения, позволяющего сделать такие измерения массовыми, - известные лазерные газоанализаторы [1,2] сложны и в техническом и в эксплуатационном отношении, обладают большими массогабаритными параметрами, при этом они имеют низкую точность и чувствительность, используют аналоговую обработку информации, в них отсутствует возможность измерения объемных параметров утечек газа. Однако данную проблему можно решить путем:

- осуществления постоблетной обработки;
- модернизацией аппаратной части локаатора;
- переработкой конструкции локаатора.

Принцип действия локаатора основан на резонансном поглощении лазерного излучения определенной длины волны молекулами метана. Благоприятная спектроскопическая ситуация в области длин волн $\lambda=3,39$ мкм обеспечивает в оптических лазерных газоанализаторах метана высокую чувствительность и селективность измерений. При зондировании с борта вертолета локатором, луч лазера проходит через атмосферу, и загрязненный метаном слой, и попадает на подстилающую поверхность над газопроводом, где излучение рассеивается. Часть обратно отраженного лазерного излучения снова проходит через загрязненный слой атмосферы и детектируется затем приемным устройством локаатора. При движении вертолета с локатором вдоль трассы газопровода протектированный сигнал будет изменяться в зависимости от наличия утечки газа, при этом одновременно регистрируется и отображается видеoinформация трассы газопровода электронной карте, а также регистрируются координаты, с помощью GPS, полета вертолета. При обнаружении мест утечек газа данная информация будет обрабатываться как на борту вертолета, так и сообщаться в наземную службу, где осуществляется ее дополнительная и более точная обработка с помощью создаваемого автоматизированного места диспетчера.

Предложенная в данной работе автоматизированная система, представляет собой программно-аппаратный комплекс обследования газопровода, носящая название Локаатор измерения утечек газа (ЛИ-УГ), предназначена для оперативного дистанционного обнаружения утечек газа с определением координат утечки и предварительной оценкой объемов выбросов из линейной части магистральных газопроводов и газопроводов жилищно-коммунального хозяйства при воздушном патрулировании.

Основными компонентами ЛИУГ (базирующегося на борту вертолета) являются:

- приемники GPS, цифровые видеокамеры, обеспечивающие привязку событий локатора к конкретным координатам на земной поверхности с фиксированием изображения места утечки и преобразователь аналоговой информации в цифровую;

- переносной компьютер, ноутбук, позволяющий регистрировать поступающую информацию и осуществлять ее предварительную обработку;

- набор специального программного обеспечения, обеспечивающий работу комплекса в целом;

- электронная карта полетов представляющая собой интерактивную геоинформационную систему (ГИС);

- автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора с поддержкой ГИС технологии;

- база данных ГИС, содержащая хронологическую информацию о состоянии исследуемых объектов.

Как и любое другое событие или объект на поверхности нашей планеты – авария (утечка) характеризуется пространственной составляющей, носящей случайный характер, как во времени, так и по месту аварии. Проблема определения места утечки газа связана со многими факторами:

- доступностью;

- отсутствие визуальных и приемлемых звуковых методов;

- наличием сложных рельефных и структурных видов поверхности земли;

- отсутствием аппаратуры, имеющей высокую достоверность обнаружения утечки газа из газопровода;

- наличием высокого уровня фоновых метана (особенно в болотистой местности);

- сложными погодными условиями;

- случайным характером моментов обследования газопровода.

Ранее используемая система диагностирования газопровода, была основана на следующих принципах:

1. Оператор, согласованно с обслуживающим персоналом вертолета, направлялся для исследования газопровода и регистрировал на бумажном носителе места утечек газа.

- 1.1. Места утечек газа выявлялись с помощью локатора, определяющего концентрацию утечек.

- 1.2. На бумажном носителе отмечалось место утечки, радиус которого достигал необоснованно больших размеров, за счет недостатков локатора и человеческого фактора.

Вывод: а) возникновение погрешностей за счет неточностей, вносимых оператором и работы аппаратуры, отслеживающим утечки газа, б) использование бумажных носителей вносит ошибку и не приемлемо при использовании компьютерной техники.

2. После возвращения на базу, собранные оператором материалы передавались оператору ЭВМ наземного комплекса обслуживания, который производил ввод полученных данных в память ЭВМ, после чего данные обрабатывались. Полученные в результате данные, содержали в свою очередь массу погреш-

ностей (например, человеческий фактор), которые вносили некоторую неточность в определение мест утечек газа.

Предложенное в данной работе совместное использование АРМ и ГИС-технологии, выводит данную систему на передовой уровень обработки информации и представления результатов пользователю, делает информацию о существующих или возможных утечках газа более наглядной и удобной для анализа и статистики. ГИС система переносит всю собранную локатором в результате измерений информацию на карту местности, содержащуюся в электронном виде в компьютере. Вся информация, собранная в процессе патрулирования накапливается в специальной базе данных и накладывается друг на друга и подвергается статистической обработке. Полученная картина дает возможность контролировать состояние газопровода в центральном пункте обработки информации с помощью АРМа. При этом локатор в свою очередь может работать как с диспетчером, так и полностью автоматически, в обоих случаях он обеспечивает АРМ необходимой информацией.

В настоящее время геоинформационные системы находят применение во всех областях научно-хозяйственной деятельности. Одной из наиболее перспективных областей применения ГИС систем является газодобывающая отрасль. Эффективность применения ГИС-технологий в данной работе демонстрируется на примерах отображения результатов обследования в виде трасс GPS-координат и этих же трасс, но «привязанных» к электронным картам местности и газопровода, в том числе и при обнаружении утечки газа, с использованием различного программного обеспечения (ArcView, Kashmir). Проведенные исследования позволяют говорить о том, что если заранее прорисовать на карте положение газопровода с помощью GPS, то повторный облет по этому маршруту будет иметь высокую точность относительного позиционирования. Следует иметь в виду, что эффективность применения ГИС-технологий при обследовании возрастает со временем, а точнее с увеличением количества облетов - это происходит из-за возможностей ГИС-системы, накапливать информацию, осуществлять её привязку к координатам карты, а в последующем производить статистическую обработку по выделенным точкам на карте. Тем самым легко могут отбраковываться ложные срабатывания локатора и выделяться, на первый взгляд, случайные сигналы.

В процессе работы был проведен анализ ГИС-систем, таких как ArcInfo и MapInfo на предмет использования их в качестве основного аппарата при разработке программного комплекса фиксации в реальном времени, хранения и обработки координат мест утечек газа из трубопровода, а также концентрации газа в данных областях местности. Достоинством рассмотренных ГИС-систем является наличие внутреннего языка программирования, предназначенного для составления программ статических расчетов и отображения полученных результатов в виде, удобном для пользователя, к недостаткам можно отнести то, что они не содержат инструментальные средства, позволяющие использовать GPS-приемник в реальном времени. На основании выше перечисленных досто-

инств и недостатков в данной работе был разработан программный модуль, полностью совместимый по стандарту хранимых данных с форматом ArcInfo.

Основной задачей данного программного модуля является поиск и локализация мест утечек газа из трубопровода при облёте трассы трубопровода на вертолёте и сохранение полученной информации для дальнейшей её обработки в ГИС-программе (ArcInfo). Необходимая информация считывается с GPS - приёмника, выдающего информацию о текущем положении вертолёта, а также с локатора, измеряющего концентрацию газа, и отображается в графическом представлении на экране компьютера. Также на экране компьютера отображаются растровые слои местности.

Основные особенности программного модуля:

- Программный модуль позволяет осуществить ввод информации с GPS-приёмника, подключенного к последовательному порту и с локатора утечек газа, подключенного к параллельному или последовательному порту. Анализ и отображение этой информации производится в режиме реального времени.

- Возможность работы, как с растровыми изображениями, так и с векторными слоями. Карты местности хранятся в растровом формате, а информация о трубопроводе, предыдущие маршруты, текущий маршрут, места утечек газа и текущее положение вертолёта хранятся в векторном формате. Введена возможность записи полученной векторной информации в формате ГИС ArcInfo для дальнейшей статистической обработки.

- Вся информация хранится в отдельных слоях, разделённых на три основные группы: векторные слои, слои GPS-приёмника и растровые слои. Для первых двух групп реализованы следующие возможности:

- включение и отключение видимости как отдельно взятого слоя, так и всей группы слоев;

- перемещение выделенного слоя на один уровень вверх или вниз, перемещение слоя в начало или в конец списка (порядок следования слоев важен, так как первыми выводятся на экран слои, расположенные в начале списка);

- удаление слоя;

- добавление слоя;

- получение информации о слое: имя и размер соответствующего шейп-файла, тип записей (точки, линии, полигоны), число записей, минимальный объёмный прямоугольник, диапазоны мер и Z-координат;

- изменение визуализации слоя (изменение цвета, толщины и стиля для линий, точек и полигонов).

- В качестве отдельного слоя введен слой, отражающий пройденный путь, где отмечены участки утечек газа (при небольшой доработке можно с помощью цветовой палитры фиксировать концентрацию газа в местах утечек).

- Возможность определения расстояния между двумя заданными точками (при использовании векторных слоев). Определение длины линии и площади замкнутого полигона. Отображение протяженности пройденного пути и намеченного маршрута. Определение кратчайшего расстояния от текущей позиции до заданной линии (газопровода).

- При добавлении новых карт нет необходимости сшивать их с уже существующими картами. Каждая карта разбивается на куски произвольного размера, и каждый кусок помещается в отдельный файл с уникальным именем. При загрузке этого файла программа по его имени автоматически определяет его положение и осуществляет привязку.

- Существует возможность загрузки файлов любого графического формата. Так, например, файлы JPG в зависимости от способа компрессии могут занимать значительно меньший объем при незначительном ухудшении качества изображения, то появляется возможность выбирать между объемом дискового пространства, занимаемого картами, и качеством изображения этих карт.

- Существует возможность ограничения как количества растровых файлов, одновременно находящихся в оперативной памяти, так и размера оперативной памяти, занимаемой этими файлами. Фрагменты, вышедшие за пределы видимости, выгружаются из памяти, а фрагменты, вошедшие в поле видимости, загружаются в память, если общий размер файлов (оперативной памяти) не превышает установленного лимита.

- Существует возможность подмены каталога с растровыми файлами при выходе масштаба за определённые границы, что позволяет при малых масштабах детально рассматривать какой-либо участок карты, а при больших масштабах - менее детально большие участки карты, не заботясь при этом о нехватке оперативной памяти.

- При превышении определённой концентрации газа выдается предупреждение о возможной утечке газа, что позволяет пилоту более детально обследовать этот район.

- Возможность формирования отчёта о проделанном перелёте, а также отображение в виде отдельного слоя предыдущей информации о состоянии трубопровода.

Полученный программный модуль используется при автономной работе на вертолете для зондирования трассы газопровода, он может быть адаптирован под указанный тип компьютера, имеющего ограниченные аппаратные ресурсы, является стандартным расширением ГИС-пакета ArcInfo, имеет полную совместимость хранимой информации, также модуль может функционировать со стандартными векторными слоями, используемыми в ArcInfo. При желании программный модуль может быть доработан, и включать в себя такие функции как отображение информации об утечках газа в текстовом виде, автоматическое обновление трассы трубопровода (в виде векторного слоя), замена, либо усреднение вектора трубопровода в процессе ввода новых координат трассы трубопровода.

Особо требуется отметить уникальность данной программной разработки, которая заключается в том, что любая растровая карта, насколько бы она не была большой, может быть предварительно разбита на любое количество частей. Каждая часть помещается в отдельный файл с уникальным именем, однозначно отражающим местоположение карты в библиотеке

карт. Размер карты, помещаемой в файл, может, имеет любое значение, главное, чтобы формат карт, содержащихся в библиотеке, не менялся (коэффициент масштабирования). В процессе динамического функционирования модуля карты автоматически подгружаются в ОЗУ компьютера и отображаются на экране монитора. Если какой-либо элемент карты не используется, то он выгружается из памяти. В программный модуль, по желанию заказчика, может быть введена опция оптимального изображения местности, которая позволяет задать радиус местности отображаемой вокруг изображения движущегося вертолета.

В разработанном программном модуле заложены принципы использования векторных слоев, так как изначально предполагалось использование в данном модуле векторные карты, а растровые карты использовать в качестве подложки для наглядности изображения. В соответствии с корректировкой технического задания была разработана возможность использования растрового слоя как основного.

Разрабатываемый диагностический комплекс лазерного зондирования утечек метана из магистраль-

ных газопроводов является недорогим относительно существующих Российских и зарубежных аналогов и может успешно применяться для решения задач по обнаружению фоновых концентраций углеводородного сырья в различных отраслях промышленности.

Таким образом, благодаря использованию вычислительной техники и ГИС-технологии, подобный подход обеспечивает максимальную эффективность обнаружения утечки и оценки ущерба от аварийных выбросов, кроме того, хронологический анализ состояния газопроводов позволяет произвести оценку целостности газопровода, а также сделать выводы о возможных авариях, которые могут произойти в скором будущем. Разработанная система может комплектоваться в различных вариантах, что делает ее гибкой и удовлетворяющей различным потребностям.

Работа представлена на научную конференцию с международным участием «Инновационные технологии», 11-22 января 2005г., Паттайа (Тайланд), поступила в редакцию 21.03.05 г.

Педагогические науки

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ТЕСТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ

Горбачев В.И.

*Брянский государственный университет
имени академика И.Г. Петровского,
Брянск*

Единый государственный экзамен, как реализуемая государством глобальная тестовая технология измерения итоговых результатов обучения учащихся, выдвинула целый ряд проблем как внутреннего плана, так и общеметодических.

В целостной системе обучения математике тестовая технология ЕГЭ внутренне противоречива:

- тестовое измерение учебных достижений осуществляется в условиях функционирования классического содержания и методов обучения, что противоречит условиям функционирования методической системы (А.П.Пышкало);

- организационные формы проведения тестирования, обработки и анализа результатов лишь внешне закрывают весьма приближенные подсчеты валидности, надежности используемых тестов и как результат- объективности оценок сформированности соответствующих видов деятельности учащихся;

- основополагающая задача обучения учащихся математике - развитие логического (содержательного и формального) мышления - выступает не объектом измерения, а лишь фоном выполнения учащимися заданий вычислительного характера.

В общеметодическом плане становления тестовых технологий вообще и ЕГЭ в частности в качестве исходной выступает проблема целей: обоснованное изменение методической системы включением тестовых форм измерения учебных достижений учащихся

не может происходить без технологизации целей (В.П.Беспалько)

С позиции деятельной теории учения основным методом технологизации целей обучения является классификация учебных действий учащихся, видов деятельности, целостной системы видов и форм учебной деятельности (Н.Ф.Талызина). Однако целенаправленное формирование деятельности учащихся средствами содержания конкретной учебной дисциплины не охватывает всей системы целей, поскольку с обучением неразрывно связаны, планируются и реализуются с различной полнотой закономерные и индивидуальные процессы развития. Для технологии тестирования наиболее важны следующие особенности развивающих целей:

- развитие личности опосредовано соответствующими видами деятельности, методы измерения развивающих целей - косвенные, проективные;

- измерению средствами тестовой технологии подлежат как компоненты внутренней мыслительной деятельности (обобщение, классификация, аналогия), так и обобщенные способы деятельности, доводимые в процессе интериоризации до сокращенных актов мысли (В.В.Давыдов).

Значит, измерению в учебном процессе подлежат и уровни сформированности учебной деятельности и уровни развития внутренних психических процессов. Иерархия целей деятельности, включающих компоненты развития, в своей целостности, взаимной связи образуют содержательно-психологический конструкт (А.Анастаси).

Содержательно- психологический конструкт деятельности учащихся, связанной с содержанием конкретной учебной дисциплины (раздела), выступает технологической основой диагностируемого целепо-