

математические модели приводят либо к исследованию нелинейных алгебраических уравнений, либо к интегрированию систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Достигнутые при этом успехи позволяют обратить внимание на более сложные типы течений, когда компоненты тензоров градиентов скорости неизвестны и подлежат определению из решения полной гидродинамической проблемы. Одним из таких течений является течения Пуазейля, которые реализуются либо в бесконечной круглой трубе, либо между двумя бесконечными параллельными плоскостями под действие постоянного перепада давления. Полученные при этом профили скорости содержат поправки на неьютоновское поведение рассматриваемых сред и могут быть использованы при идентификации параметров модели по результатам достаточно простых измерений зависимости относительного расхода от перепада давления.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 06-01-00402.

## **К построению системы управления материальным обеспечением строительных объектов**

*В.А. Визуль, О.М. Малахов, Ю.И. Титаренко  
Бийский филиал СГА*

В технологии строительства новых объектов в ранее застроенных массивах можно выделить некоторые существенные особенности:

- 1) строящиеся объекты являются «точечными», их приходится вписывать в существующую застройку;
- 2) ведут строительство относительно некрупные компании-подрядчики;
- 3) технологии строительства позволяют выполнять работы непрерывно и в сжатые сроки.

Эти особенности придают особую значимость эффективности всех процессов обеспечения и производства строительных работ. Можно рассматривать множество факторов влияющих на экономическую эффективность. Мы же выделим лишь один – организация и управление доставкой на строительные площадки материалов используемых в процессе строительства, воспользовавшись для этого описанной ниже моделью.

Предположим, что строительная компания в некотором городе (регионе) возводит здания и сооружения в различных местах в жилищных массивах со сложившейся в предыдущие годы структурой. Стройка ведется «с колес», материалы к месту строительства подвозятся от со-

ответствующих узлов подготовки. Известны некоторый примерный план предстоящих строек (на обозримое время), перечень допустимых мест для размещения узлов подготовки материалов различного типа, стоимость их сооружения и расходы на доставку материалов по тем или иным маршрутам. Известна также структура транспортных путей в этом городе (регионе).

В этом случае можно рассмотреть две задачи:

1) оптимального размещения узлов подготовки материалов с точки зрения затрат на сами узлы и на транспортировку материалов впоследствии;

2) управления в реальном времени процессами транспортировки материалов с учетом текущих характеристик транспортной сети (дорог, из состояния, загруженности, исправности и т.п.), графика строительства, потребления материалов и узлов подготовки.

Первая является чисто математической задачей оптимизации, а для решения второй можно предложить автоматизированная система, имеющую следующую структуру (см. рис. 1):

1. Блок привязки объектов к местности (ГИС).
2. Блок имитации прохождения транспорта по маршруту (модель).
3. Блок сбора информации о текущем состоянии транспортной сети (корректировка данных в ГИС и параметров модели).
4. Блок формирования графиков поставки материалов (слежения и прогнозирование хода строительных работ).
5. Блок сбора информации о готовых партиях материалов.
6. Базу данных доступного транспорта.
7. Блок перебора вариантов.
8. Блок формирования решений.
9. Блок отчетов о выполнении принятых решений (обратной связи).
10. Блок обучения системы (анализа последствий принятых решений и запоминания удачных).
11. Блок организации человеко-машинного взаимодействия (человеко-машинный интерфейс).

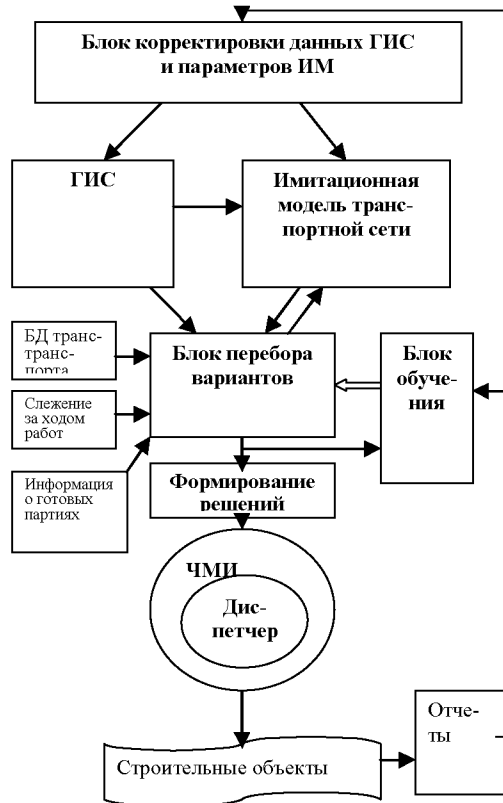


Рис. 1. Структура АИС управления снабжением

Рассмотрим подробнее содержание и функции первых трех модулей этой системы, как наиболее критичных для ее функционирования.

**Модуль I. Геоинформационная система.** ГИС представляет собой систему, определяющую пространственную привязку (географические или прямоугольные координаты и высота) всех интересующих нас объектов – стройплощадок, узлов подготовки материалов, дорог, развилки, перекрестков и т.п. Современные технологии спутниковой навигации позволяют с минимальными затратами получить подобную информацию с необходимой точностью. Более того, с помощью этих же технологий (применение GPS навигаторов) оказывается возможным отслеживать положение движущихся объектов (технологического транспорта) в этой системе. Такой мониторинг позволит как управ-

лять процессами транспортировки в реальном времени, так и рассматривать предысторию транспортировок для анализа принятых решений и уточнения параметров модели.

Для решения описанных задач возможно как применение существующих ГИС универсального назначения, так и разработка уникальной специализированной системы. В настоящее время на рынке представлено множество ГИС систем, среди которых можно назвать как отечественные (GeoDraw/GeoGraph), так и зарубежные разработки (ESRI, MapInfo, ГИС от Autodesk, Bentley, CADDY, ERDAS, Manifold, Intergraph). Однако, учитывая узкоспециальную направленность разрабатываемой системы, возможности универсальных систем могут оказаться избыточными, с одной стороны. С другой же, их универсальность не гарантирует пригодности для эффективного решения узкоспециализированных задач. Т.е. наиболее целесообразным вариантом оказывается построение уникальной системы, ориентированной на решение поставленной выше задачи.

Характерной особенностью проектируемой специализированной ГИС будет необходимость учета детальной структуры транспортной сети и характеристик отдельных ее участков. По сути дела она должна быть ориентированна на хранение и обработку информации о состоянии транспортной сети, причем информации меняющейся во времени, соответствующей реальной дорожной обстановке. Для хранения данных в этой системе целесообразно представлять дорожную сеть нагруженным графом ориентированным или смешанным, т.е. таким в котором часть ребер является ориентированными, а часть неориентированными. Пометки на ребрах (дугах) этого графа должны отражать возможную скорость перемещения интересующих нас грузов (или время их доставки от узла к узлу), которая является интегральную характеристику, зависящую от состояния участков дорог, их загруженности, допустимости проезда в определенном направлении в соответствующие периоды времени, поведения препятствий (например ж/д переездов, режимов светофоров и т.п.).

Процесс управления снабжением строящихся объектов с использованием такой системы будет выглядеть следующим образом (см. рис. 2). Основной чертой современных ГИС является «многослойность», т.е. представление разнотипной информации различными, по возможности независимыми друг от друга наборами данных, так называемыми слоями. Такой подход к построению ГИС позволяет:

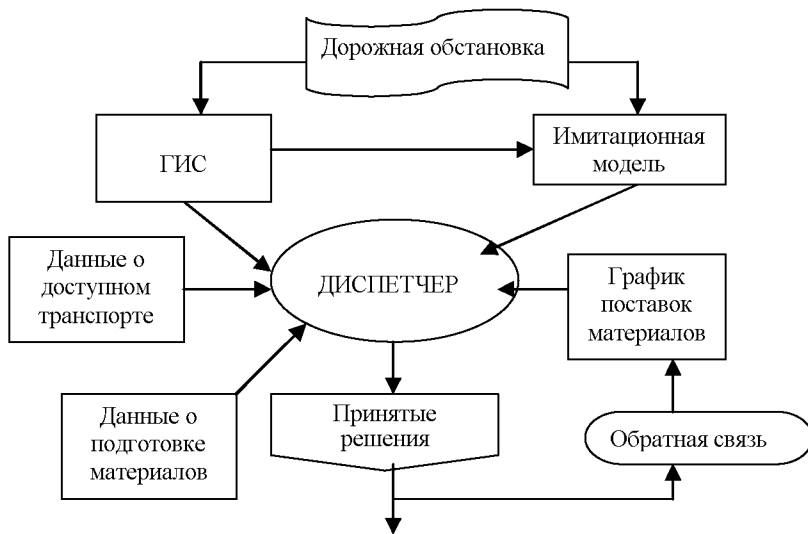


Рис. 2. Поток информации в АИС управления снабжением

- при решении любой задачи оперировать только необходимой информацией, игнорируя незначительную;
- независимо наполнять данными и редактировать данные разного типа;
- наращивать систему, добавляя в нее новые слои при необходимости решать задачи другого класса;

Для решения описанных в работе задач в ГИС должны присутствовать следующие слои:

- исходная координатная сетка, к которой привязываются все объекты других слоев;
- слой автодорог, представляющий собой совокупность объектов, являющихся отдельными отрезками пути, каждый из которых, с одной стороны, привязан к местности (координатному слою), что необходимо для мониторинга движения технологического транспорта, а с другой стороны, связан своими конечными точками с другими отрезками;
- слой точечных технологических объектов, привязанных к координатному слою и нагруженных различными характеристиками;

**Модуль II. Имитационная модель.** ИМ представляет собой модель поведения транспортной сети на возможных путях перевозки материалов с учетом пропускной способности всех участков, загруженности в различное время суток и года, возможных неисправностей (вероятностей возникновения и распределения времени восстановления

ния), режимов работы светофоров, железнодорожных переездов и т.п. В основу моделирования могут быть положено представление дорожного трафика как совокупности нескольких пуассоновских потоков с различными интенсивностями.

В настоящее время существует несколько систем, предназначенных имитационного моделирования систем такого типа. Наиболее широко распространен пакет GPSS и ряд его реализаций и расширений, таких как MicroGPSS, WebGPSS, ObjectGPSS. Последнее время рядом с этим старожилом отрасли появился ряд новых экспериментальных разработок, таких как SIM, SLX, Proof Animation, ProcessModel, AnyLogic, меняющих привычное представление о моделировании, имеющих интерфейс для визуального построения моделей и наглядного представления результатов моделирования. Однако возможность интеграции этих мощных средств моделирования с рассматриваемой системой остается под вопросом, так как далеко не все они имеют открытый API и допускают передачу данных в систему/из системы в реальном времени. Однако ограниченность и конкретность рассматриваемой задачи допускает отказ от применения универсальных моделирующих пакетов в пользу разработки оригинальной подсистемы имитационного моделирования, в которой к тому же проще будет добиться высокой эффективности вычислений, малого времени отклика системы и тесной интеграции с другими модулями.

Особенностью рассматриваемой задачи является тот факт, что параметры модели меняются во времени, но для каждого прогона их можно считать фиксированными, т.к. типичное время движения транспортного средства от узла подготовки до объекта существенно меньше характерного времени изменения параметров модели. Перед очередным прогоном необходимо зафиксировать значения параметров в зависимости от значения модельного времени, данных получаемых из системы мониторинга и т.п. Для этой цели служит следующий блок.

**Модуль III. Мониторинг и корректировка данных.** Корректировка данных в ГИС и параметров модели проводится на основании информации, получаемой из системы мониторинга, которая должна своевременно отслеживать такие факты в интересующей нас зоне как, например, ввод в эксплуатацию новых дорог и закрытие существующих, график и реальные сроки проведения дорожных работ, изменение интенсивности потоков из-за различных причин, в том числе и находящихся за пределами обрабатываемой ГИС и ИМ зоны. На этом моменте следует заострить внимание.

С одной стороны, пути транспортировки материалов покрывают лишь ограниченную область на местности, поэтому обрабатывать в

ГИС и ИМ всю территорию города, региона и т.п. не имеет смысла, хотя бы с точки зрения, эффективного использования вычислительных ресурсов. С другой стороны, события, происходящие за пределами этой ограниченной области, могут влиять на ее состояние. Например, перекрытие объездной дороги вокруг города может повлечь существенное увеличение нагрузки на внутригородские трассы, что скажется на времени прохождения обычных маршрутов. Учесть это влияние можно либо, расширяя обрабатываемую область (но не вполне ясно насколько это необходимо делать и как это скажется на времени реакции системы на запросы пользователя), либо, задавая условия на границах обрабатываемой области, от которых зависит ее текущее состояние (изменение таких условий и степень их влияния и необходимо отслеживать). Выбор из этих двух способов неочевиден и требует дополнительного исследования в каждом конкретном случае.

## **Программный комплекс выявления уровня суммарного коронарного риска**

*А.В. Бородаева*

*АлтГУ, г. Барнаул*

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются существенным фактором смертности в России. В общей структуре смертности населения страны 56,4% составляет смертность от ССЗ [1]. Это свидетельствует о необходимости своевременного выявления коронарного риска (риска смертности от ССЗ), его прогнозирования и профилактики.

С современных позиций количественная оценка риска проводится несколькими методами, в частности – Framingham, PROCAM [2]. В Алтайском крае для скрининга коронарного риска широко применяется система оценки SCORE (Systemic Coronary Risk Evaluation). Анализ существующего программного обеспечения в этой области показал, что разработки, автоматизирующие расчет риска по системе SCORE отсутствуют.

На основе таблиц SCORE разработан программный комплекс, который, исходя из вводимых немодифицируемых (пол, возраст) и модифицируемых (курение, уровень общего холестерина, систолическое артериальное давление) факторов, позволяет определить уровень 10-летнего коронарного риска. Исходя из полученного значения, определяется комплекс рекомендаций, которые могут редактироваться врачом. Все результаты исследования выводятся на печать. Хранение ис-