IT & TRANSPORT

ИТ & ТРАНСПОРТ

Сборник научных статей

Том 4

Самара
«ИнтелТранс»
2015

УДК 004.9+656

IT & Transport / ИТ & Транспорт : сб. науч. статей / под ред. Т.И. Михеевой. – Самара: Интелтранс, 2015. – Т. 4. – 184 с.:ил.

В сборнике представлены научные статьи, содержащие результаты исследований в следующих предметных областях: геоинформационные системы, информационные технологии, базы данных и знаний, системы искусственного интеллекта, нейронные сети, цифровая обработка изображений, математическое и компьютерное моделирование. Тема сборника посвящена информационным технологиям на транспорте.

Предназначен для научно-технических работников, инженеров, аспирантов и студентов, обучающихся по специальностям, связанным с информационными технологиями и транспортными процессами.

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

Главный редактор
Т.И. Михеева д-р техн. наук, проф., засл. деятель науки и образования РФ

Редакционная коллегия:
С.А. Прохоров д-р техн. наук, проф., действительный член РАЕН, засл. работник высшей школы РФ, действительный член МАИ, зав. каф. «Информационные системы и технологии» СГАУ
Л.С. Зеленко канд. техн. наук, доцент
С.В. Михеев канд. техн. наук, доцент
О.Н. Сапрыкин канд. техн. наук, доцент

Редакция:
О.К. Головнин
И.Г. Богданова

Печатается по решению научно-технического совета ГК «ИнтелТранс»

ISBN 978-5-9906857-3-4

© Авторы, 2015
© ИнтелТранС, 2015

Михеева Т.И., Сухова Е.О.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет)
Компания «Интелтранс»

В статье проанализирован процесс движения материального потока на предприятии с филиальной сетью и четырьмя формами снабжения.

***Ключевые слова**: материальный поток, снабжение, предприятие.*

Актуальность проблемы, рассматриваемой авторами в данной статье, продиктована нестабильностью рыночной обстановки и ужесточению конкуренции, которые заставляют компании использовать ориентацию на несколько целей одновременно: перспективы роста, рентабельность, гибкость и др. Использование только одного из этих конкретных ориентиров значительно снижает эффективность функционирования организации и увеличивает время на получение результатов деятельности предприятия. Принимаемые на основе исследований управленческие решения должны обеспечивать рост конкурентоспособности промышленного предприятия в будущем.

Для промышленного предприятия обеспечению конкурентных преимуществ в немалой степени способствуют такие направления деятельности как производство, снабжение, сбыт и транспортировка.

Процесс движения материального потока на предприятии начинается со снабжения необходимыми материалами. Снабжение в общем смысле образует звено между компаниями, входящими в цепь поставок и служит механизмом

координации материальных потоков от поставщика к потребителю.

Рассмотрим для примера, что на предприятии с филиальной сетью используется четыре формы снабжения:

- поставка сырья от поставщика для производства предприятием собственной продукции;
- поставка готовой продукции на основной склад для дальнейшего распределения по филиалам;
- поставка готовой продукции напрямую клиентам на условиях дилерского соглашения с поставщиком;
- поставка готовой продукции напрямую в филиалы для перепродажи.

Каждая форма снабжения имеет свои достоинства и недостатки. При доставке напрямую клиентам и в филиалы готовой продукции входящая себестоимость продукции уменьшается, однако здесь отсутствует возможность консолидации товара, так как отгрузки осуществляются строго по регламенту поставщика. При работе через основной склад компании у филиалов и клиентов появляется возможность отгружать любое количество продукции в зависимости от потребности в настоящий момент, что позволяет не только расширить ассортимент продукция в обособленных подразделениях, но и сократить вероятность увеличения складских запасов по неликвидным товарам. В этом случае доставка будет более надежна и удобна для филиалов, однако потребует дополнительных затрат, и, следовательно, цены на данную продукцию возрастут.

Значительное влияние на снабжение оказывает транспорт. Для поставки сырья на предприятии задействованы автомобильный и железнодорожный (контейнеры, вагоны) виды транспорта. Существенным преимуществом для предприятия в использовании автомобильного вида транспорта является возможность корректировки поставок,

например, при резкой необходимости той или иной продукции можно, увеличив ставку транспортировки, более оперативно доставить сырье, кроме того компания может задействовать собственный транспорт предприятия с целью оперативности поставки и избежания остановки производства. В силу того, что иногда поставщики располагаются в отдаленных регионах, доставку в этом случае целесообразно осуществлять в вагонах и контейнерах для получения минимальной входящей себестоимости продукции. Однако нужно учитывать, что время поставки может быть увеличено, так как при железнодорожных перевозках существует сильная зависимость от факторов внешней среды: наличия свободных контейнеров и вагонов на железной дороге, специфики подачи вагонов и контейнеров под разгрузку и т.д.

Одним из ключевых сегментов в работе любой компании должно является постоянное стремление повысить эффективность производственного процесса, так как именно за счет снижения текущих затрат, приходящихся на единицу ресурса, можно повысить рыночную стоимость произведенной продукции, а, следовательно, и рентабельность производства.

Сбытовая политика предприятия может осуществляться по двум направлениям: оптовые и розничные продажи.

Изделия и материалы стороннего производства, которые компания реализует через оптовую и филиальную сеть, должна отвечать высоким требованием качества, которые обеспечены:

- тщательным отбором поставщиков – среди них имеют место только крупные, хорошо зарекомендовавшие себя на рынке компании;
- дополнительным входным контролем качества всей поступающей продукции;
- строгими условиями хранения продукции;

- тщательным соблюдением норм упаковки, отгрузки и транспортировки продукции, что исключает возможности повреждения товара в процессе транспортировки.

Наличие у предприятия собственных обособленных подразделений (филиалов), позволяет не только существенно расширить рынок сбыта готовой продукции, но и работать в непосредственной близости от потребителя, быстро реагируя на изменение спроса в том или ином регионе. Территориальная и временная разобщенность требует значительных дополнительных затрат на доставку, поэтому особое внимание здесь уделяется эффективности взаимодействия субъектов с целью повышения оперативности обеспечения филиалов необходимыми товарами, так как от этого напрямую зависит прибыль организации в целом. Доставка в обособленные подразделения в основном может осуществляться с использованием собственного транспорта предприятия, однако часто в связи с неравномерностью размещенных заказов от филиалов на производство приходится задействовать для доставки транспортно-экспедиторские компании.

Выделим несколько факторов при оценке прибыльности предприятия с филиальной сетью:

В данном случае не работают правила арифметики, и итог по компании не всегда равен сумме показателей ее частей – филиалов. Поэтому, избавившись от отрицательного показателя, можно получить абсолютно обратный эффект. С точки зрения синергетики деятельность коммерческого предприятия с сетью филиалов может рассматриваться как упорядоченная совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих подсистем (элементов), при сочетании которых потенциал любой организации будет существенно больше простой суммы потенциалов, входящих в нее элементов, либо существенно меньше [1].

Синергетический эффект выражается в конечном итоге в увеличении прибыли предприятия, снижении оперативных расходов, сокращении потребности в инвестициях. Для оценки взаимосвязи видов деятельности была предложена концепция синергизма, представляющая собой переход от принципа экономии на масштабах производства к более широкому принципу стратегической экономии на масштабах деятельности, источником которой является взаимная поддержка различных стратегических подразделений в рамках одной организации [2].

1. При осуществлении оценки необходимо иметь привязку к шкале времени, так как прибыль – показатель временной, то есть, оценивает экономический эффект за определенный интервал времени. Принимая решения, всегда необходимо учитывать тот временной период, на котором планируется получить выгоду.
2. Необходимо иметь не просто план по прибыли, а систему целевых показателей, характеризующих каждый филиал, при этом показатели должны быть также привязаны к шкале времени.

Последнее третье правило, по сути, должно являться методикой или алгоритмом, по которому необходимо рассчитывать прибыль. При этом важно определить те основные целевые показатели, за которые ответственны филиалы.

Необходимо отметить, что присутствие предприятия в других регионах способствует тому, что в процессе управления материальным потоком большое значение имеет обработка информации. Для рассматриваемой компании информационная цепь является достаточно сложной, поскольку данные с обособленных подразделений предоставляются в головной офис организации, где тщательно обрабатываются, и на основе полученной информации уже

принимаются какие-либо решения. Следовательно, информация занимает значительно место в компании, так как организует поток данных, сопровождающих материальный поток, и является тем существенным для предприятия звеном, которое связывает снабжение, производство и сбыт.

Объем производства и продаж товаров являются взаимозависимыми показателями. В условиях ограниченных производственных возможностей и неограниченном спросе на первое место выдвигается объем производства товаров. Но по мере насыщения рынка и усиления конкуренции не производство определяет объем продаж, а наоборот, возможный объем продаж является основой разработки производственной программы. Организация должна производить только те товары и в таком объеме, которые она может реально продать.

Объем продаж – сложная экономическая категория, важный обобщающий показатель деятельности любого предприятия, учитывающая собой объем продаж продукции через все каналы распределения, т.е. все филиалы компании с учетом розничной и оптовой торговли.

Анализ объема продаж каждого обособленного подразделения в отдельности для предприятия позволит оценить динамику объема и структуры продаж в конкретном регионе присутствия компании, проверить степень выполнения плана объема продаж филиала, выявить степень влияния основных факторов на показатели объемов деятельности и разработать важнейшие мероприятия по использованию резервов для повышения оборота оптовой и розничной торговли, улучшения ее ассортимента для каждого регионального представительства.

Для того чтобы выявить наиболее перспективные направления развития фирмы, необходимо разложить всю деятельность организации на составляющие.

Многие крупные предприятия, имеющие разветвленную филиальную сеть, как правило, являются технологически связанными в единую производственно-сбытовую цепь. Однако, в настоящее время в условиях большого количества поставщиков и определенной сегментации покупателей, взаимодействие региональных представительств компании происходит не согласованно, что приводит к снижению эффективности функционирования организации в целом.

Отсутствие согласованности интересов вызывает несбалансированность финансовых и материальных потоков, и, как следствие, снижение рентабельности вплоть до получения убытков в отдельные периоды, а также невыполнение обязательств по текущим платежам. Кроме того, несогласованное взаимодействие затрудняет финансовое и производственное планирование на предприятии. При тесной взаимосвязи между филиалами компании ухудшение функционирования одного из них может привести к глобальному ухудшению функционирования всей системы.

Теоретической базой для решения проблемы согласованного взаимодействия является теория управления организационными системами, позволяющая учесть разнонаправленные интересы элементов, выявить стратегии их действий и на этой основе решать задачи управления.

Моделирование на уровне управляемой системы требует создания модели управления. Сложная иерархическая структура систем, разнообразие видов, методов, стилей, форм управления привели к такому же разнообразию соответствующих моделей. Именно модели управления чаще всего составляют основное содержание моделей организаций.

Если управление осуществляет субъект, то управление следует рассматривать как деятельность. А именно, методология управления определена как учение об организации

деятельности, а управление – как вид практической деятельности по организации деятельности. Такой подход: управление – вид практической деятельности (управленческая деятельность), многое ставит на свои места – объясняет «многогранность» управления и примиряет между собой различные подходы к определению этого понятия [3].

В общем случае имеют место различные направления управления деятельностью, ориентированные на те или иные компоненты механизмов функционирования, а именно:

- структура и содержание взаимодействий;
- выбор параметров взаимодействий;
- стимулирование;
- планирование и т.д.

Учитывая специфику объекта и научных задач, которые исследуются на той или ином предприятии, можно констатировать, что наиболее актуальными являются задачи выбора параметров взаимодействий, которые затрагивают экономические интересы элементов организационной системы. Причем, определяющими являются задачи как выбора номенклатуры этих параметров (они определяются спецификой объекта), так и их конкретных значений.

Список литературы

1. **Хакен** Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройства. – М.: Мир, 1985. – 420 с.
2. **Князева** Е.Н., Кудрюмов С.П. Основания синергетики. – СПб.: Питер, 2002. – 414 с.
3. **Новиков** А.М., Новиков Д.А. Методология. – М.: Синтег, 2007. – 668 с.

Аленай У.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В Г. КОКШЕТАУ

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина

Проведена экологическая оценка методов утилизации твердых бытовых отходов. Предложен метод утилизации отходов, адаптированный для условий г. Кокшетау – полевое компостирование.

Ключевые слова: *утилизация ТБО, полевое компостирование.*

Обеспечение экологической безопасности государства состоит в охране жизни, здоровья и условий жизнедеятельности человека, в защите общества, его материальных и духовных ценностей, в том числе защиты атмосферы, водных объектов, недр, земельных и лесных ресурсов, растительного и животного мира.

Плотность антропогенной нагрузки особенно остро проявляется в зоне селитебных территорий (жилых зон). В результате высокой плотности населения в городских экосистемах накапливается большое количество продуктов жизнедеятельности человека, в частности твердых бытовых отходов. (ТБО). ТБО представляют значительную санитарную опасность, так как содержат яйца гельминтов, патогенные микроорганизмы, служат местом размножения грызуном и мух. Одной из причин появления этой проблемы является интенсивное накопление твердых бытовых отходов, которые при неправильном и несвоевременном удалении и обезвреживании загрязняют окружающую среду.

Наиболее актуальной экологической проблемой г.Кокшетау является проблема утилизации твердых бытовых отходов.

Собранный бытовой мусор г. Кокшетау, утилизируется на полигоне, где происходит его складирование и уплотнение. При повышенном ветре летучие компоненты мусора загрязняют значительную площадь вблизи полигона. Также утилизируемый мусор не проходит предварительную сортировку. Для г.Кокшетау целесообразно применять полевое компостирование бытовых отходов, как наиболее простой и дешевый метод обезвреживания и переработки.

В работе проведена экологическая оценка методов утилизации твердых бытовых отходов и предложен метод утилизации отходов, адаптированный для условий г. Кокшетау – полевое компостирование.

Методы обезвреживания и переработки ТБО по конечной цели (направленности) делятся на ликвидационные (решают в основном санитарно-гигиенические задачи) и утилизационные (решают и задачи экономики); по технологическому принципу делятся на биологические, термические, химические, механические, смешанные.

Наибольшее распространение получили: полигоны (ликвидационный механический), сжигание (ликвидационный термический) и компостирование (утилизационный биологический) [1].

Компостирование – это технология переработки отходов, основанная на их естественном биоразложении.

Наиболее широко компостирование применяется для переработки отходов органического, прежде всего растительного, происхождения, таких как листья, ветки и скошенная трава. Сложные легко гниющие органические вещества разлагаются с образованием подвижных форм, хорошо усвояемых растениями. Процесс сопровождается синтезом гумуса. В результате из мусора образуется однородная масса – органическое азотистое удобрение.

Существует несколько технологий компостирования, различающихся по стоимости и сложности. Более простые

и дешевые технологии требуют больше места, и процесс компостирования занимает больше времени. В природных условиях процесс компостирования длится более года. Цикл механизированного обезвреживания может быть сокращен до 2-3 суток.

Конечным продуктом компостирования является компост, который может найти различные применения в городском и сельском хозяйстве.

Размеры удельных капитальных затрат для заводов по однотипной технологической схеме с использованием оборудования, работающего по одному принципу, зависят от мощности сооружений. В связи с этим для сооружений мощностью менее 30 тыс. т/год ТБО применяют упрощенные схемы.

Выбор метода для конкретного города зависит от местных условий и определяется на основе сравнения технико-экономических показателей с учетом климатических факторов, санитарно-эпидемиологической обстановки, а также численности обслуживаемого населения. Учитывается также возможность отвода земельного участка под сооружения на оптимальном расстоянии и получения оборудования.

При подборе участка для строительства сооружений по обезвреживанию и переработке ТБО необходимо стремиться к обеспечению наилучших условий их размещения. Оптимальными условиями строительства завода по механизированной переработке ТБО в компост являются: наличие гарантированных потребителей компоста (органического удобрения или биотоплива) в радиусе до 20 км; размещение завода у границы города на расстоянии до 15 км от центра сбора ТБО, численность обслуживаемого населения более 350 тыс. чел.

В Казахстане применяется единственный способ обезвреживания - это складирование на полигонах. Часть поли-

гонов имеет статус официальных, многие - полуофициальные (функционирующие без проектов). Крупные города имеют вокруг себя значительные свободные площади, позволяющие размещать отходы. А в условиях ограниченности финансовых ресурсов организованные свалки (полигоны) являются наиболее дешевым и приемлемым методом долговременного и безопасного захоронения отходов.

За правильной эксплуатацией полигонов ТБО осуществляется постоянный контроль соответствующими санитарными эпидемиологическими центрами и комитетами по охране природы. В Кокшетау собранный мусор вывозится на полигон ТБО, находящийся на балансе городского объединения коммунального хозяйства, который находится в плачевном состоянии. Занимаемая площадь 14га. Центральный полигон не имеет четких границ, не проводятся элементарные работы по сортировке, буртовке и складированию твердых отходов. Из-за отсутствия защитных лесополос (живой изгороди) происходит засорение близлежащих земель легкими материалами, разносимые ветром. Так, в 2001 году более 1000 га земель ТОО «Акколь» была замусорена огромным количеством полиэтилена, бумаги, пластмассы и другими материалами, растянувшимися вплоть до аэропорта и ст. Кокшетау 2, тем самым нанося ущерб не только конкретному хозяйству, но и окружающей среде.

Катастрофически ощущается недостаток техники для своевременных работ по складированию и утилизации. На центральном полигоне работает всего лишь один гусеничный трактор, техническое состояние которого оставляет желать лучшего. Также концентрация ТБО на полигоне приводит к загрязнению атмосферы, почвы, грунтовых вод.

В городах с населением 50-500 тыс. человек при наличии свободных территорий вблизи города целесообразно

применять полевое компостирование ТБО как наиболее простой и дешевый метод обезвреживания и переработки ТБО. Если на заводах механизированной переработки ТБО основной технологический процесс – аэробное компостирование – происходит в сложных металлоемких установках-ферментаторах (биобарабанах, биобашнях), то на площадках полевого компостирования – в открытых штабелях. Правда, при этом увеличивается срок переработки с 2 до 4-х суток до нескольких месяцев, а также площадь сооружений.

Правильно организованное полевое компостирование так же, как и мусороперерабатывающие заводы, обеспечивает защиту почвы, атмосферы, грунтовых и поверхностных вод от загрязнений ТБО, позволяет получить в результате переработки ТБО компост. Технология полевого компостирования допускает совместное обезвреживание и переработку ТБО с осадком сточных вод. При смешивании обезвоженного осадка с ТБО в соотношении 3:7 используется весь осадок сточных вод и все ТБО, образующиеся в городе. Компост, полученный из такой смеси, содержит больше азота и фосфора.

На рис. 1 представлены некоторые принципиальные схемы сооружений полевого компостирования. На рисунке 1 представлены схемы (*а, б, в, г*) с предварительным измельчением ТБО, в схеме д обработка перенесена в конец.

В схеме *а* измельченные ТБО смешиваются с обезвоженным осадком сточных вод и далее направляются в штабеля, где находятся несколько месяцев. За время компостирования материал несколько раз перелопачивается.

В схеме *б* для сокращения срока обезвреживания компостирование ведется в две стадии. Первые десять дней биотермический процесс проводится в закрытом помещении, разделенном подпорными продольными стенками на отсеки.

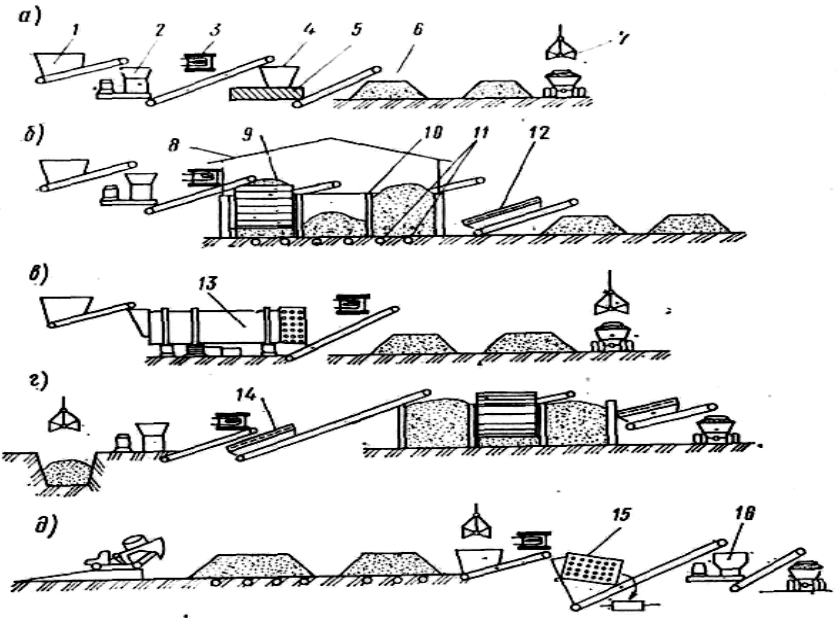


Рис. 1. Принципиальные схемы сооружений полевого компостирования ТБО

а – совместная переработка ТБО и осадка сточных вод; б – двухстадийное компостирование ТБО; в – схема с предварительной обработкой ТБО в биобарабане; г – схема с компостированием в открытых отсеках и предварительным грохочением ТБО; д – компостирование недробленых ТБО;1 – приемный бункер с пластинчатым питателем; 2 – дробилка для ТБО; 3 – подвесной электромагнитный сепаратор; 4 – подача осадка сточных вод; 5 –смеситель; 6 – штабеля; 7 – грейферный кран; 8 – закрытое помещение для первой стадии компостирования; 9 – подвижная установка для перелопачивания и перегрузки компоста; 10 – продольные подпорные стенки; 11– аэраторы; 12– контрольный грохот для компоста; 13 – биобарабан; 14 – первичный грохот для дробленых ТБО; 15 – цилиндрический контрольный грохот; 16 – дробилка для компоста технологической линии.

Компостируемый материал каждые 2 дня специальной подвижной установкой перегружается из одного отсека в другой. Для активизации биотермического процесса про-

изводится принудительная аэрация компостируемого материала через отверстия, расположенные в основании отсеков. Из закрытых отсеков компостируемый материал после грохочения перегружается на открытую площадку, где дозревает в штабелях в течение 2...3-х месяцев.

Схема *в* отличается тем, что в качестве дробилки в ней используется барабан. В схеме *г* используется двойное грохочение материала. Измельченный в дробилке материал при первичном грохочении разделяется на две фракции: крупную (направляемую на сжигание) и мелкую (направляемую на компостирование). Компостирование осуществляется на открытой площадке с продольными подпорными стенками, оснащенной установкой для перегрузки компостируемого материала в соседние отсеки. Зрелый компост подвергается повторному (контрольному) грохочению, после чего отправляется потребителю.

При отсутствии дробилки для ТБО может быть применена схема *д*, в которой грохочение, дробление и магнитная сепарация производятся в конце технологического цикла.

Технология полевого компостирования ТБО отвечает следующим основным требованиям: полная механизация всех работ, исключающая ручной труд; использование для комплектации площадок только надежного, серийно выпускаемого отечественной промышленностью оборудования (в основном проверенного в условиях заводов МПБО); использование при различной производительности площадок отдельных идентичных секций, каждая из которых оснащается полным комплектом оборудования.

Конструкция секционных площадок и принятая технология (водонепроницаемое основание, ежедневная засыпка поверхности свежесформированных штабелей инертным материалом, ветровые заслоны и т. д.) обеспечивают необходимую защиту почвы, атмосферы и грунтовых вод от

загрязнений ТБО. Секционные площадки компостирования проектируют на прием всех ТБО, накапливающихся в городе. На них возможен прием обезвоженного осадка сточных вод (ОСВ), образующегося в городе.

Предлагаемая технология утилизации отходов может служить в качестве методических рекомендации при решении проблемы утилизации твердых бытовых отходов.

Список литературы

1. **Оценка** технологий переработки твердых отходов / Илларионов И.Е., Тарасов В.А., Ковалев В.Г. и др. // Изв. Инж.-технол. Акад. Чуваш. респ. - 1997, 1998. - NN 8-11. - С.223-227. - Библиогр.: 5 назв.

Мурзин А.В.

МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА В ЗАДАЧЕ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ КООРДИНИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

Поставлена задача проектирования автоматизированной системы моделирования координированного управления с использование эвристики «Зелёной волны». В статье будет использована терминология и методы, относящиеся к АСУДД и описанные в работе [1].

Ключевые слова: *транспортный поток, моделирование, координированное управление.*

Модель объекта управления

Объектом управления (ОУ) являются транспортные потоки (ТП). Особенностями ОУ является стохастичность

поведения и групповая структура, т.е. в качестве элемента ТП можно рассматривать группу транспортных средств (ТС).

Характеристиками ОУ являются значения интенсивности I, средней пространственной скорости V и плотности потока K, связанные соотношением:

$$I = K \cdot V.$$

На магистрали можно не учитывать случайные манёвры отдельных ТС, так, что ТП будет рассматриваться как детерминированный и непрерывный. Движение ТП будет осуществляться в режиме свободного потока, при котором отсутствуют взаимные помехи движению между отдельными автомобилями, т.е. на значительной части магистрали ТП будет стационарным. В случае средней и высокой интенсивности движения и длине перегона более 200 метров в реальной системе появляются преобразования групп ТС, поэтому в этих случаях придется ограничиться удовлетворительными, но не оптимальными решениями.

Выбор метода моделирования

Учитывая сложность процессов управления дорожным движением, для построения адекватной модели, т.е. в достаточной степени соответствующей реальной системе, целесообразно использовать имитационное моделирование. Будет использоваться макроскопический подход к моделированию. Это решение обосновано тем, что микроскопический подход слишком детален для данной задачи и поэтому требует слишком больших затрат машинных ресурсов и не гарантирует получение статистически достоверных оценок при имитационном моделировании. Элементом ТП в макроструктуре является группа ТС, описываемая макрохарактеристиками.

Постановка оптимизационной задачи

Район управления состоит из улично-дорожной сети (УДС) с множеством перекрестков. В модели будет реализован системный метод управления, который учитывает что исходящий поток одного перекрестка является входящим для смежного. В терминах АСУДД, координированное управление это разновидность системного управления со сменой программ координации (ПК). ПК будут рассчитываться на основе введённых макрохарактеристик ТП узлов-истоков. Сущность координированного управления сводится к обеспечению безостановочного проезда группы автомобилей с определенной скоростью через все регулируемые перекрестки магистрали [2].

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать предметную область «Организация дорожного движения» и изучить методы координированного управления транспортными потоками ТП.
2. Спроектировать модель в терминах ООП.
3. Выбрать средства разработки и выполнить программную реализацию.

Исходными данными для моделирования будет являться картограмма, определяющая структуру УДС района управления. Картограмма содержит значения характеристик ТП (I, V, K) на каждом участке УДС, а также характеристики самой УДС: длину перегонов L, поток насыщения C и допустимая скорость движения по перегону. Структура УДС будет получена из базы данных (БД) геоинформационной системы «ITSGIS», использующей СУБД PostgreSQL с надстройкой для работы с пространственными данными PostGIS. Эта надстройка позволяет выполнять сложные запросы выборки географических объектов на стороне сервера БД. Другие характеристики ТП и УДС бу-

дут вводиться пользователем посредством графического интерфейса и должны быть получены в ходе натурного измерительного эксперимента.

Результатом моделирования будет являться оптимальная программа координации (ПК), которая представляет собой совокупность управляющих уставок для каждого перекрестка в районе управления. Для всех перекрестков района управления общей уставкой будет длительность цикла управления T. Для отдельного перекрестка управляющими уставками будут значения сдвига фаз δ (интервал времени между включением основного такта на смежных перекрестках), длительность фаз красного r и зелёного g сигнала.

В качестве критерия оптимальности будет использоваться длительность задержки D. Таким образом, задача оптимального управления состоит в нахождении управляющих уставок $U = (T, r, g, \delta)$, обеспечивающих условие минимума длительности задержки:

$$D(T, r, g, \delta) \rightarrow min.$$

В качестве длительности цикла управления T выбирается цикл самого загруженного перекрестка, у которого длительность цикла, рассчитываемого как при локальном управлении, максимальна. Длительности фаз r, g внутри цикла будет рассчитываться пропорционально длинам транспортных очередей на конфликтующих направлениях движения. Сдвиг фаз регулирования δ на перекрестках подбирается, исходя из заданной скорости продвижения групп ТС и расстояния между перекрестками.

Средства моделирования и анализа результатов

Процесс моделирования будет осуществляться путем имитации режима движения по сети за интервал сканирования (единицы модельного времени), заключающейся в

последовательном изменении координат элемента ТП со скоростью, зависящей от транспортной ситуации. Имитация движения ТП по УДС зависит от текущего режима движения ТП (перегон, перекресток, граница моделируемого района). Каждый перекресток описывается своим уравнением преобразования транспортного потока ТП. Под преобразованием ТП понимается распадение и формирование групп транспортных средств ТС.

Средство анализа результатов моделирования позволит показать в виде графика зависимость значения критерия оптимальности D от величины сдвига фазы δ, а также позволит выполнить визуализацию имитационного моделирования движения ТП на УДС в районе управления с заданной программой координации.

Реализованная модель позволит получать новые знания о предметной области в ходе имитационного эксперимента без натурного эксперимента, который очень дорог, а порою и невыполним.

Список литературы

1. **Михеев** С.В. Методы и средства проектирования систем управления дорожным движением: дисс. канд. техн. наук: 05.13.12, 05.13.01 / Михеев Сергей Владиславович. Самара, 2003. 267 с. РГБ ОД, 61 03-5/3768-7.
2. **Михеев** С.В. Методы зональной оптимизации координированного управления [Текст]/С.В. Михеев//Перспективные информационные технологии (ПИТ-2010), – Самара, 2010. – С. 310-314.

Габдрахимова Г.Р.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет)
Компания «Интелтранс»

В работе описаны функциональные возможности системы учета интенсивности транспортных потоков, представлены результаты применения данной системы в научно-производственном центре «Интеллектуальные транспортные системы» для обследования дорог г. Самары.

Ключевые слова: *улично-дорожная сеть, интенсивность транспортного потока, геоинформационная система, визуализация на карте.*

В настоящее время наблюдается высокая загруженность улично-дорожной сети (УДС), образуются пробки, вследствие чего для передвижения по дорогам на автотранспорте тратится много бесценного времени. Автомобильные пробки является острой проблемой крупных российских городов. Для решения данной проблемы необходимо грамотно и эффективно разрабатывать инженерные проекты строительства, реконструкции и ремонта дорог, организации дорожного движения, которые полагаются на результаты обследований транспортных потоков (ТрП). Интенсивность движения является одной из характеристик транспортного потока и, таким образом, объектом научных исследований.

Основная задача исследования состоит в учете и прогнозе интенсивности движения ТрП. Для решения такого

рода задач широко используются геоинформационные системы (ГИС). ГИС предназначены для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов городской и транспортной инфраструктуры и специализированных геообъектов на основе многослойной электронной карты города. Автоматизированная информационная система учета интенсивности транспортных потоков разработана специально для выполнения поставленных задач.

Автоматизированная информационная система внедрена и используется специалистами в научно-производственном центре «Интеллектуальные транспортные системы» для обследования дорог г. Самары.

Перечислим основные функциональные возможности системы и представим результаты их практического применения.

Наполнение системы данными, полученными в результате проведения наблюдений фактической интенсивности транспортных потоков. Сбор данных производится согласно методическим рекомендациям по учету движения транспортных средств на автомобильных дорогах [1]. Накопленные данные специалисты заносят в сформированную системой карточку учета интенсивности движения, автоматически производятся расчеты всех типов интенсивности с учетом коэффициентов неравномерности, приведения транспортных единиц, которые хранятся в редактируемых справочниках системы, и выполняется привязка к объектам графа УДС на электронной карте. Все расчеты сохраняются в базу данных.

Формирование сводных ведомостей по различным критериям фильтрации. На основе хранимой информации об интенсивности формируется сводная ведомость, содержащая информацию о дате и времени учета, типе интенсивности, месте проведения наблюдений (рисунок 1). Таким образом, специалистам удобно просматривать собран-

ную и обработанную информацию об интенсивности и использовать для других целей.

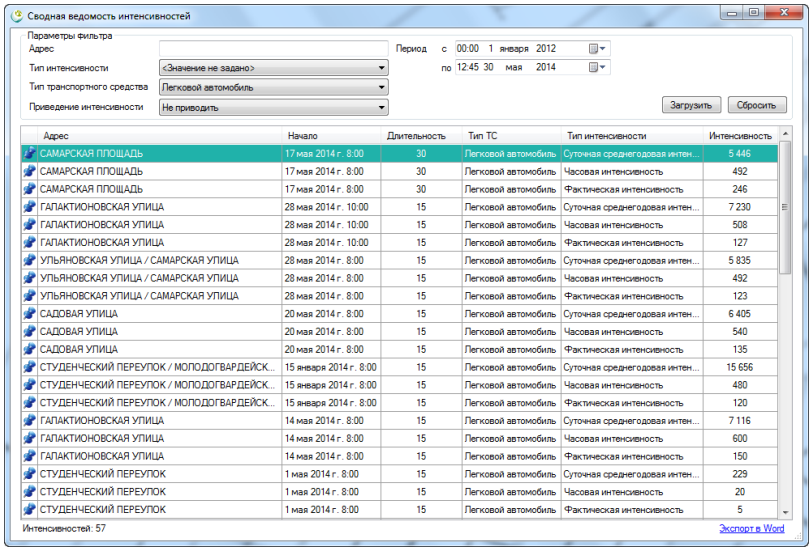


Рис. 1. Сводная ведомость интенсивностей

Экспорт сводных ведомостей, карточек учета интенсивности движения во внешние текстовые форматы в зависимости от типов данных. В любой момент можно сформировать, экспортировать и при необходимости распечатать сводные ведомости (рисунок 2) и карточки учета интенсивности (рисунок 3).

Визуализация имеющейся информации об интенсивности на электронной карте. Способы визуализации интенсивности зависят от конфигурации электронной карты. При максимальном приближении карты отчетливо видны основные элементы УДС (узлы, дуги, участки), к которым привязывается информация об интенсивности ТрП. В такой ситуации используется первой способ визуализации, при котором дуги окрашиваются в соответствии значениям интенсивности. На карте г. Самара, представленной на ри-

сунке 4, цветными линиями со стрелочками отображена интенсивность ТрП визуализированная первым способом.

СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ
ЗА ПЕРИОД С 1 января 2012 г. ПО 30 мая 2014 г.

Направление движения	Начало учета	Длительность	Тип ТС	Тип интенсивности	Интенсивность
САМАРСКАЯ ПЛОЩАДЬ	17 мая 2014 г. 8:00	30 мин	Легковой автомобиль	Суточная среднегодовая интенсивность	5446
САМАРСКАЯ ПЛОЩАДЬ	17 мая 2014 г. 8:00	30 мин	Легковой автомобиль	Часовая интенсивность	492
САМАРСКАЯ ПЛОЩАДЬ	17 мая 2014 г. 8:00	30 мин	Легковой автомобиль	Фактическая интенсивность	246
ГАЛАКТИОНОВСКАЯ УЛИЦА	28 мая 2014 г. 10:00	15 мин	Легковой автомобиль	Суточная среднегодовая интенсивность	7230
ГАЛАКТИОНОВСКАЯ УЛИЦА	28 мая 2014 г. 10:00	15 мин	Легковой автомобиль	Часовая интенсивность	508
ГАЛАКТИОНОВСКАЯ УЛИЦА	28 мая 2014 г. 10:00	15 мин	Легковой автомобиль	Фактическая интенсивность	127
УЛЬЯНОВСКАЯ УЛИЦА / САМАРСКАЯ УЛИЦА	28 мая 2014 г. 8:00	15 мин	Легковой автомобиль	Суточная среднегодовая интенсивность	5835
УЛЬЯНОВСКАЯ УЛИЦА / САМАРСКАЯ УЛИЦА	28 мая 2014 г. 8:00	15 мин	Легковой автомобиль	Часовая интенсивность	492
УЛЬЯНОВСКАЯ УЛИЦА / САМАРСКАЯ УЛИЦА	28 мая 2014 г. 8:00	15 мин	Легковой автомобиль	Фактическая интенсивность	123
САДОВАЯ УЛИЦА	20 мая 2014 г. 8:00	15 мин	Легковой автомобиль	Суточная среднегодовая	6404

Рис. 2. Сводная ведомость, экспортированная в текстовый файл

При отдаленном приближении, когда элементы УДС (узлы, дуги) невозможно рассмотреть, используется второй способ визуализации. Применение данного способа визуализации представлена на рисунке 5, где изображена часть карты г. Самары с нанесенными на ней интенсивностями транспортных потоков. В центре круга отображается суммарное значение интенсивности на перекрестке.

Итак, автоматизированная информационная система учета интенсивности транспортных потоков позволяет осуществлять хранение, обработку, формирование и экспорт сводных ведомостей, карточек учета и визуализацию на электронной карте информации об интенсивности ТрП на улично-дорожной сети.

Визуализация интенсивности на карте осуществляется разными способами в зависимости от конфигурации карты

в соответствии с градацией цвета по величине значения интенсивности.

КАРТОЧКА УЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Дата: 10 января 2009 г.
День недели: Суббота
Время учета: 18:51 - 19:06
Интервал учета: 15 мин
Направление: #Антонова-Овсеенко - Ивана Булкина

Тип транспортного средства	Количество транспортных средств в натуральных единицах	Коэффициент приведения	Количество транспортных средств в приведенных единицах
Легковой автомобиль	18	1,00	18
Грузовой до 2т	3	1,50	5
Грузовой до 6т	0	2,00	0
Грузовой до 8т	0	2,50	0
Грузовой до 14т	0	3,00	0
Грузовой > 14т	0	3,50	0
Автобус	0	2,00	0
Троллейбус	0	2,00	0
Сочлененный троллейбус	0	3,00	0
Газель пассажирская	0	1,00	0
Велосипед	0	0,30	0
Мотоцикл с коляской	0	0,75	0
Мотоцикл/мопед	0	0,50	0
Автопоезд	0	3,00	0
Трактор	0	3,00	0
Трамвай	0	2,00	0
Трамвай 2 вагона	0	3,00	0
Сочлененный автобус	0	3,00	0
ВСЕГО	21	–	23

Рис. 3. Карточка учета интенсивности, экспортированная в текстовый формат

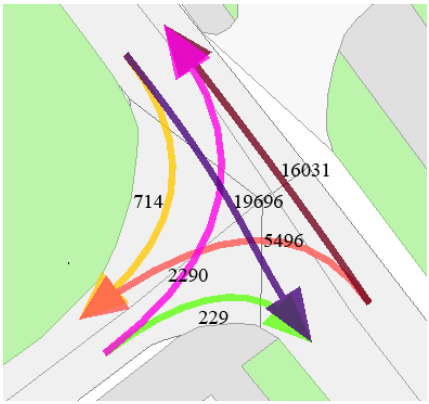


Рис. 4. Первой способ визуализации интенсивности ТрП на карте

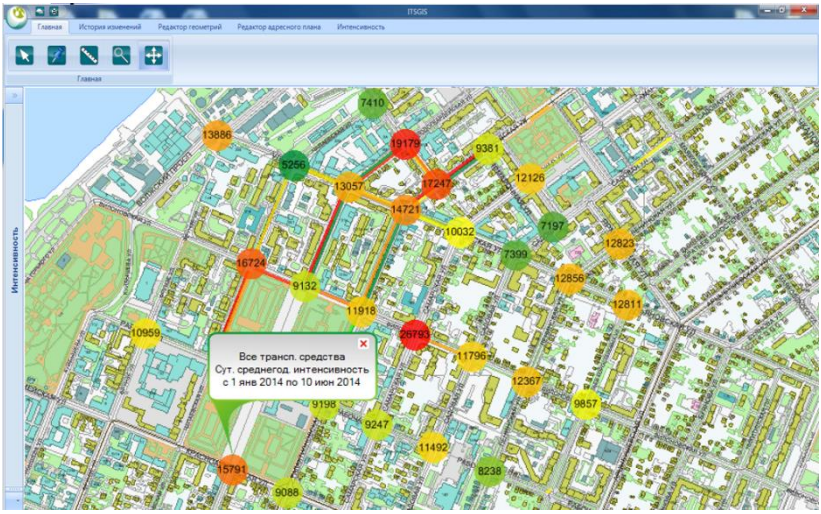


Рис. 5. Второй способ визуализации интенсивности ТрП на карте

Применение разработанной системы дает возможность представить общую картину состояния улично-дорожной сети и использовать результаты для оценки различных показателей ТрП при моделировании, планировании, организации работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог и т.д.

Успешно функционировать и выполнять возложенные на нее задачи система может при условии своевременного и качественного наполнения данных.

Список литературы

1. ОДМ 218.2.032-2013 Методические рекомендации по учету движения транспортных средств на автомобильных дорогах. – URL: http://www.normacs.ru.
2. Михайлов Д.А., Михеева Т.И. Визуализация интенсивности движения транспортных потоков в геоинформационной системе ITSGIS // Молодежь и со временные инфор-

мационные технологии: сборник трудов IX Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск: ТПУ, 2011. С. 230-231.

Михеев С.В., Кондратьева Е.О., Головнин О.К.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕШЕХОДНОЙ ДОСТУПНОСТИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет)
Компания «Интелтранс»

В статье описывается процесс моделирования пешеходной доступности общественного транспорта в геоинформационной системе ITSGIS на электронной карте г.о. Самара.

Ключевые слова: *остановка, нормативные требования, дальность подхода, радиус пешеходной доступности, ГИС.*

Сложившаяся в г.о. Самара система расселения населения и размещения мест труда, при которых основная часть сконцентрирована преимущественно в географической центральной части г.о., приводит к тому, что население вынуждено совершать поездки к местам работы в центр, что предопределяет высокий спрос на передвижения населения общественным транспортом. Одним из основных показателей, характеризующих уровень транспортного обслуживания населения, является пешеходная доступность остановок общественного транспорта, выражаемая в дальности пешеходных подходов. Согласно нормативным требованиям СНиП 2.07.01-89 [6] дальность пешеходных подходов до ближайшей остановки общественного пассажирского транспорта следует принимать не бо-

лее 500 м. Важно следить за состоянием остановочных пунктов и за соблюдением радиуса пешеходной доступности к остановкам общественного транспорта. Для моделирования и контроля над соблюдением градостроительных норм использовано специализированное программное обеспечение – транспортная геоинформационная система ITSGIS [1].

ITSGIS – это геоинформационная система с многослойной электронной картой города, обеспечивающая работу с различными геообъектами транспортной инфраструктуры: дома, дороги, дорожные знаки, светофоры, световые опоры, закрепленные территории, остановки общественного транспорта, транспортные маршруты; специализированными геообъектами: места концентрации ДТП, места работ, ведущихся на улично-дорожной сети [2]. ITSGIS предназначена для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов транспортной инфраструктуры на электронной карте [7].

Перед проведением моделирования на электронную карту г.о. Самары дислоцировано 120 остановок, созданы электронный векторный слой остановок и маршрутов и база данных учета остановок (рисунок 1) [4].

Построены зоны пешеходной доступности остановочных пунктов с радиусом 500 м (рисунок 2). Зона пользования остановкой при ее графическом воспроизведении на плане города по своей форме является кругом, очерченным относительно остановки. Анализ показывает, что пешеходная доступность на выбранном участке практически соблюдена [5].

Однако, по электронной карте видно, что остаются непокрытыми следующие области:

- участок в границах ул. Маломосковская – ул. Ерошевского – ул. Революционная – ул. Скляренко;

- частный сектор в районе центрального автовокзала;
- просеки в районе ул. Ново-Садовая;
- район между улицей Гагарина – Московским шоссе – проездом Митирева.

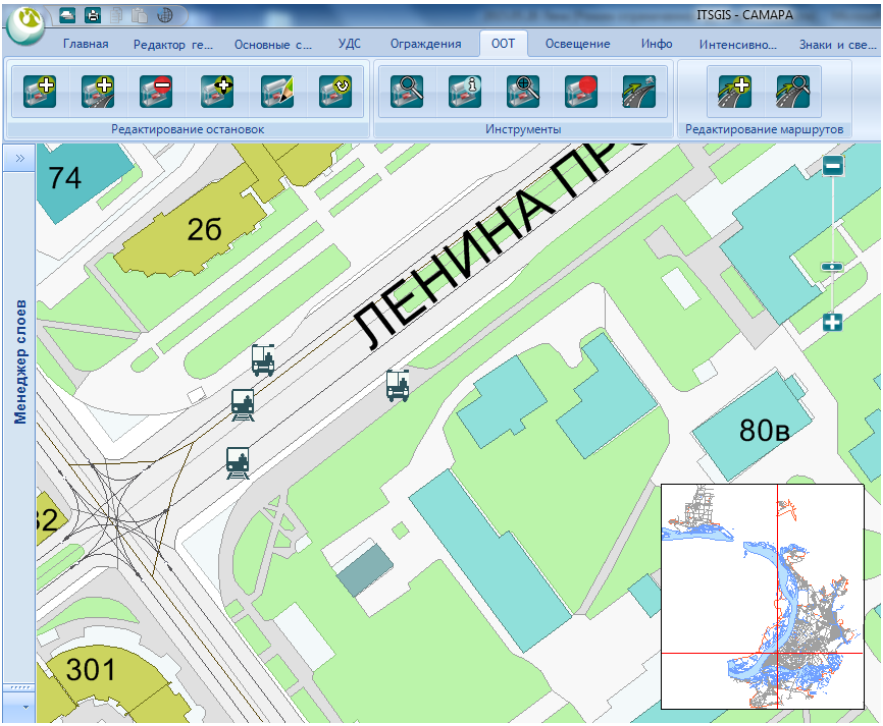


Рис. 1. Отображение остановок общественного транспорта

В первых трех зонах нет возможности организовать регулярные транспортные маршруты и установить остановочные пункты.

В отношении района Гагарина – Московское шоссе – Митирева (рисунок 3) можно выработать схему по улучшению пешеходной доступности.

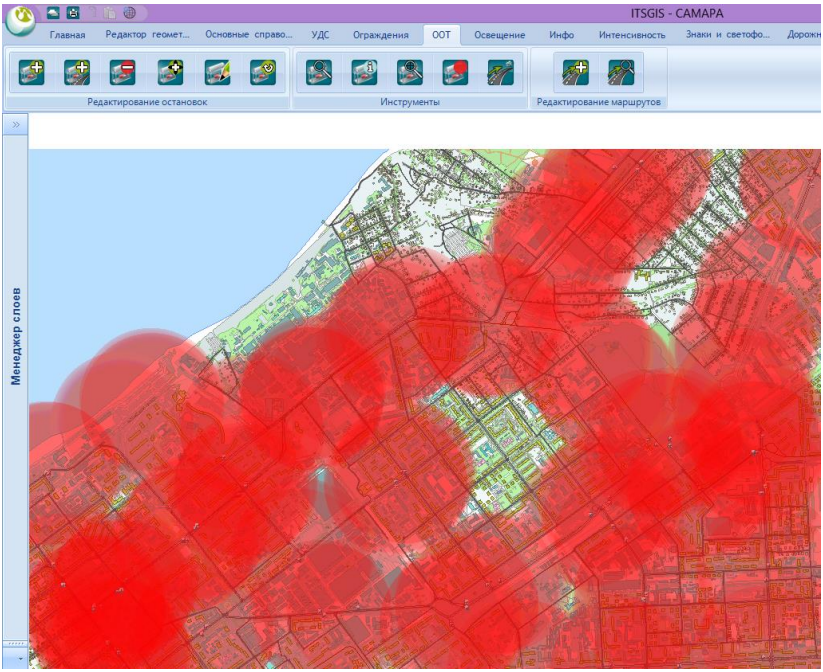


Рис. 2. Пешеходная доступность

После проведения измерений расстояний между остановками «метро Московская» и «Революционная» выявлены нарушения требований, согласно которым расстояние между остановочными пунктами общественного пассажирского транспорта в пределах городского округа должно составлять 400-600 м. В действительности этот промежуток равен 1,27 км. Следовательно, между рассматриваемыми остановочными пунктами возможно установить промежуточную остановочную площадку.

После добавления промежуточной остановки «Х» по Московское шоссе пешеходная доступность участка между улицами Гагарина – Московское шоссе – Митирева повысилась (рисунок 4).

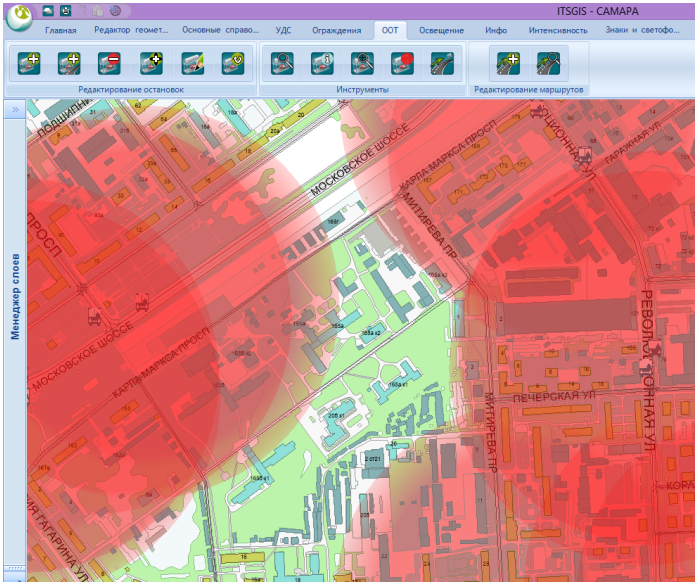


Рис. 3. Рассматриваемый участок до внесения изменений

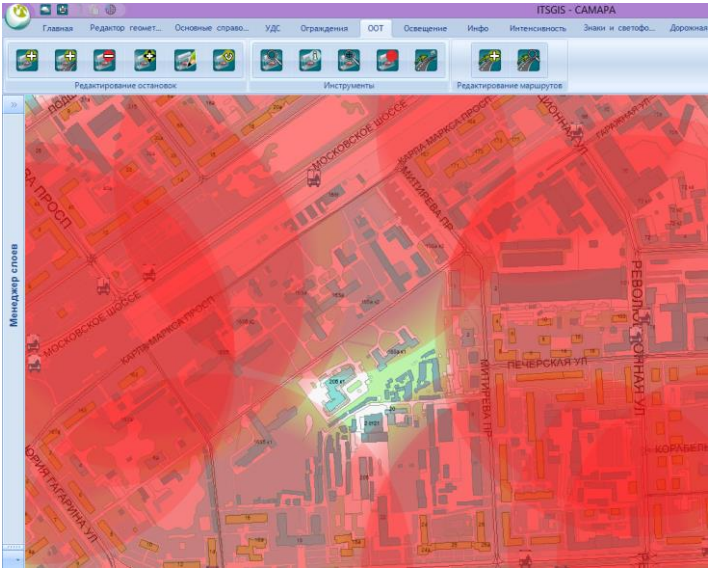


Рис. 4. Рассматриваемый участок после внесения изменений

Построенная геомодель будет использована для улучшения транспортного обслуживания населения и непрерывного контроля над соблюдением градостроительных норм.

Список литературы

1. **Михеева** Т.И., Михеев С.В., Сапрыкин О.Н. Управление транспортной инфраструктурой. – Самара: Интелтранс, 2015. – 173 с.
2. **Скворцов** А.В., Поспелов П.И., Котов А.А. Геоинформатика в дорожной отрасли. – М.: МАДИ (ГТУ), 2005. – 250 с.
3. **Валуев** А.М. Моделирование транспортных процессов в формализме гибридных систем // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014: сборник трудов. – М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. – С. 5033–5043.
4. **Saprykin,** O., Saprykina O. Multilevel Modelling of Urban Transport Infrastructure // Proceedings of the 1st International Conference on Vehicle Technology and Intelligent Transport Systems. – Portugal, Lisbon: SCITEPRESS, 2015. – P. 78–82. – DOI: 10.5220/0005458300780082.
5. **Головнин** О.К., Сидоров А.В., Михайлов Д.А. Поддержка принятия решений автоматической дислокации геообъектов транспортной инфраструктуры // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 4 (2). – С. 413–418. – ISSN 1990-5378.
6. **СНиП** 2.07.01-89 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2002. – 110 с.
7. **Группа** компаний ИнтелТранС [Электронный ресурс]. – URL: http://www.intelcity.its-spc.ru.

Осипов И.В., Симонова Е.В.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРУППИРОВКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

В статье описывается система мониторинга транспортной инфраструктуры с применением группировки космических аппаратов.

Ключевые слова: *малоразмерные космические аппараты, транспортная инфраструктура.*

Развитие микроэлектроники и достижения в области планирования сеансов связи привели к росту интенсивности эксплуатации космических аппаратов (КА). Появилась возможность ставить задачи не только отдельным КА, но и их группировкам – объединениям спутников, которые обладают различными возможностями целевого применения. Современные подходы к решению задач планирования обеспечивают динамическое изменение расписаний выполнения поставленных задач [1-2]. В связи с этим появляется потребность в мониторинге состояния ресурсов группировки КА, распределением заявок на съемку и прогрессом в решении поставленных задач.

Существующие системы мониторинга целевого применения КА представлены в стационарном (пакетном) виде и разрабатываются специально под каждый космический аппарат. Для их применения необходимо предварительно установить на компьютер пользователя дистрибутив системы, для обновления которого потребуется установить либо специальные пакеты обновлений, либо, если

данная возможность не предусмотрена, переустановить программное обеспечение. В тоже время, при решении задачи наблюдения за группировками КА требуется непрерывная работа системы, что затрудняет использование пакетных программных средств.

Достижения последних лет в области микроэлектроники и микроэлектромеханики обуславливают тенденция снижения массы КА при сохранности их характеристик. Появился принципиально новый класс устройств – малоразмерные космические аппараты (МКА).

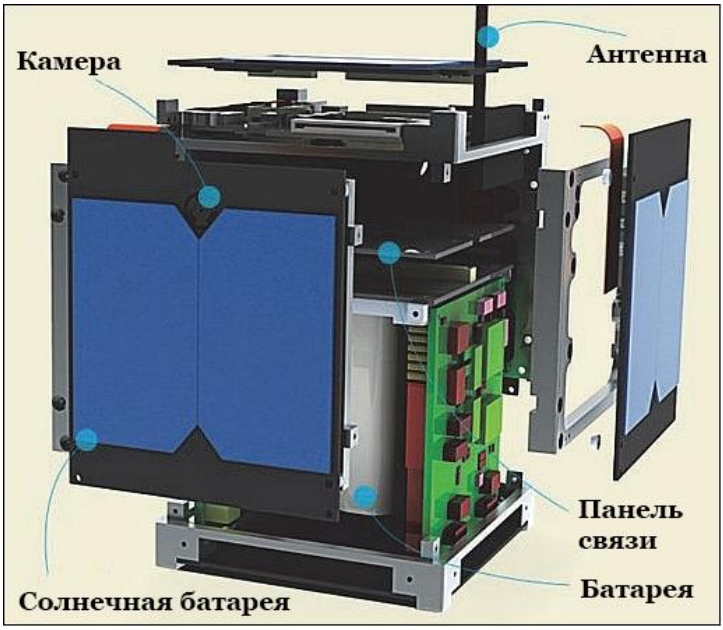


Рис. 1. Пример компоновки МКА

МКА представляют собой полнофункциональные устройства для измерений или наблюдений из космоса (связь, дистанционное зондирование Земли, фотосъемка, научные исследования). На малоразмерном спутнике можно устанавливать практически все присущие большому

космическому аппарату бортовые системы: ориентации (пассивная и активная), электропитания, определения положения, радиосвязи, а также бортовой вычислительный комплекс [3]. Пример компоновки МКА приведен на рисунке 1.

Космические аппараты могут быть объединены в группировки. В зависимости от целевого применения каждого конкретного спутника формируются возможности по целевому применению группировки. При таком подходе задачи могут определяться на всю группу, а определение исполнителя внутри неё обеспечивается различными алгоритмами планирования.

В последнее время в Российской Федерации наблюдается интенсивный рост выведения на орбиту и эксплуатации группировок космических аппаратов, принадлежащих различным организациям. Например, частная космическая компания «Лин Индастриал» в составе проекта спутниковой группировки дистанционного зондирования Земли использует 28 МКА (весом до 100 кг.)[4]. В основе каждого КА лежит собственная микроспутниковая платформа, состоящая из следующих компонентов:

электронно-оптическая система – объектив с электронной матрицей для захвата изображений;

система лазерной связи для передачи информации по следующим направлениям: спутник – спутник, спутник – Земля, Земля – спутник.

Таким образом, достигается высокая оперативность получения информации – спутники, находящиеся на другой стороне Земли способны по цепочке аппаратов передать необходимые данные в течение нескольких секунд.

Пусть пользователю необходимо выполнить операции съемки некоторых районов Земли с помощью КА и для этого необходимо использовать систему планирования задач для группировок спутников. Под группировкой КА

понимается множество устройств, объединенных в группы для выполнения целевых задач. В зависимости от конкретной ситуации (количество и приоритет отдельных задач, загруженность наземных станций (НС), объем свободной памяти КА и т.д.), динамически происходит перепланирование съемки и сброса снимков, а для каждого КА в группе определяется конкретная задача.

Разработана система мониторинга, которая предоставляет пользователю информацию о планировании съемки и передачи снимков и загруженности КА, а также обеспечит возможности по учету КА, НС, районов наблюдения (РН) интервалов видимости.

Структурная схема системы представлена на рисунке 2.

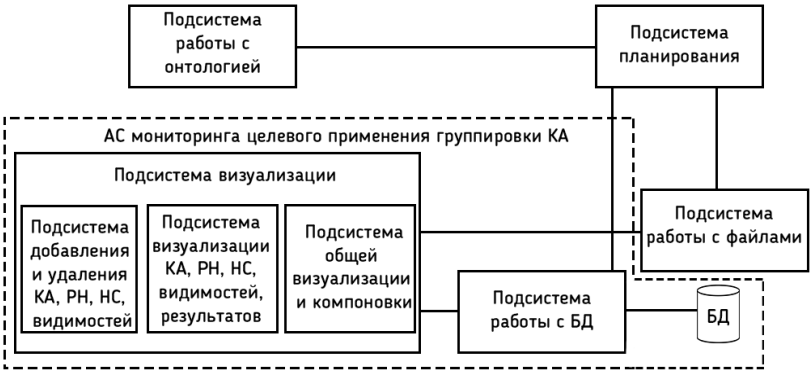


Рис. 2. Структурная схема системы

Система мониторинга является частью системы планирования целевого применения группировки космических аппаратов. В состав системы мониторинга входят две подсистемы: подсистема визуализации и подсистема работы с базой данных (БД).

Подсистема работы с базой данных предназначена для сохранения, удаления, обновления и чтения данных из БД.

Она предоставляет реализацию интерфейса взаимодействия всей системы с БД.

Модуль визуализации отвечает за работу с пользователем. В рамках данного модуля можно выделить две основные части:

Подсистема добавления и удаления КА, РН, НС и интервалов видимости между КА и остальными объектами. Данная подсистема визуализирует различные формы и дополнительные компоненты для обеспечения добавления и удаления объектов.

Подсистема визуализации КА, РН, НС, интервалов видимости между КА и остальными объектами, а также визуализации результатов. Данная подсистема предоставляет визуализацию перечня объектов (КА, РН, НС) в виде дерева, визуализирует НС и РН на карте, интервалы видимости в качестве диаграмм Ганта. При построении плана на основе имеющихся данных план сохраняется в БД. Одной из задач данной системы является визуализация результатов и обеспечение отображения сохраненного плана. Требования к асинхронной работе данной подсистемы не устанавливаются.

Подсистема общей визуализации и компоновки. Данная подсистема отвечает за отображение компонент и их компоновку.

На диаграмме вариантов использования (рисунок 3) изображены основные возможности, которые предоставляются пользователю в системе.

В основном всё взаимодействие пользователя приводит к сохранению, удалению и загрузке данных из БД. Только в случае использования загрузки исходных данных из файла – данные напрямую передаются в подсистему планирования, и все действия совершаются на основе считанных данных.

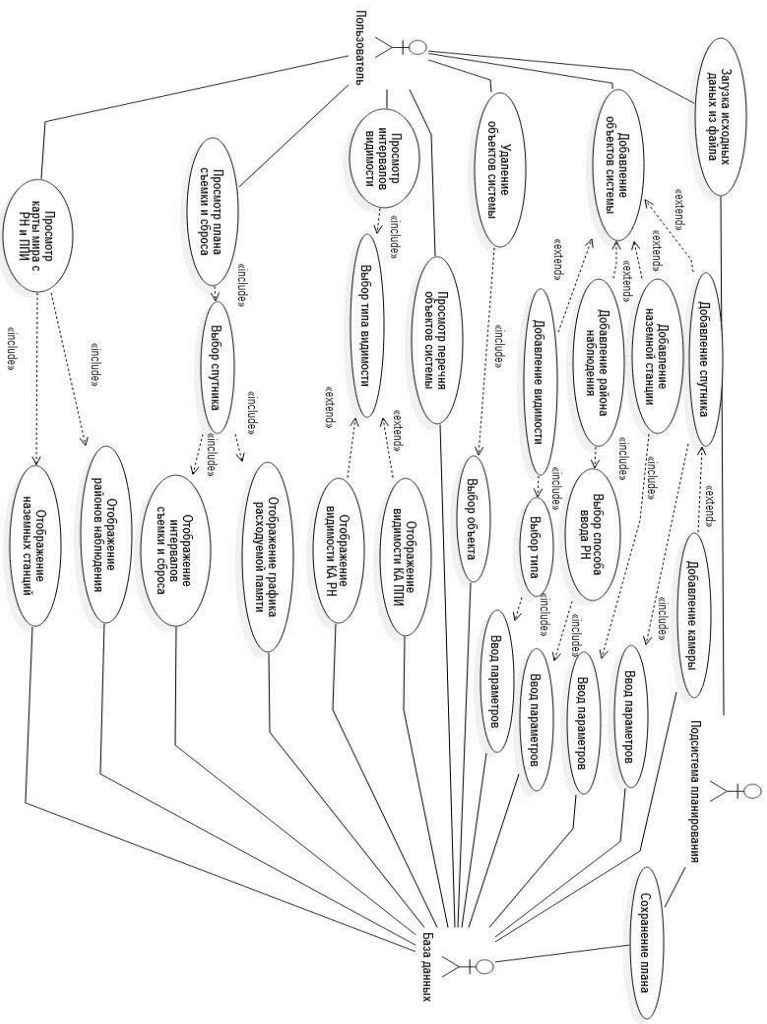


Рис. 3. Диаграмма вариантов использования

На представленных ниже диаграммах отражены основные аспекты разработки собственных компонентов с помощью фреймворка Vaadin и взаимосвязи классов, описывающих структуру подсистемы работы с базой данных.

На рисунке 4 представлена диаграмма классов расширенной диаграммы Ганта, разработанной в рамках Vaadin, которая включает в себя дополнительно график изменения количества ресурса.

Представленные классы разработаны для реализации расширенной диаграммы Ганта, реализации некоторых из обозначенных классов уже есть Vaadin. Любой компонент строится на основе его серверной части, клиентской части и коннектора. Серверная часть отвечает за предоставление исходных данных, клиентская часть за их визуализацию, а коннектор за их взаимодействие. В результате компиляции средствами GWT код написанный на Java, отвечающий за клиентскую часть компонента, и описанный в терминах классов компилируется в JavaScript.

В дополнение к основным составляющим компонента описываются состояние и RPC (Remote Procedure Call). Состояние отвечает за передачу информации от сервера клиенту. RPC отвечает за удаленный вызов процедур, как с клиента на сервере, так и наоборот.

На рисунке 5 представлена диаграмма классов, отражающая структуру подсистемы работы с базой данных. При необходимости манипуляции с БД клиент знает только о существовании представителя БД, который в свою очередь сообщает клиенту только интерфейс взаимодействия с БД.

Такой подход обеспечивает возможность подмены реализации взаимодействия с БД и обеспечивает большую гибкость. На диаграмме отражены основные возможности, которые должна предоставлять модуль взаимодействия с БД, среди которых: вставка объектов; обновление объекта; удаление объекта; получение объекта.

На данном этапе взаимодействие определяется в терминах объектов, для того чтобы не привязываться к конкретному типу баз данных. Под объектами понимаются:

КА, НС, РН, интервалы видимости, план съемки и сброса снимков, съемочная аппаратура и т.д.

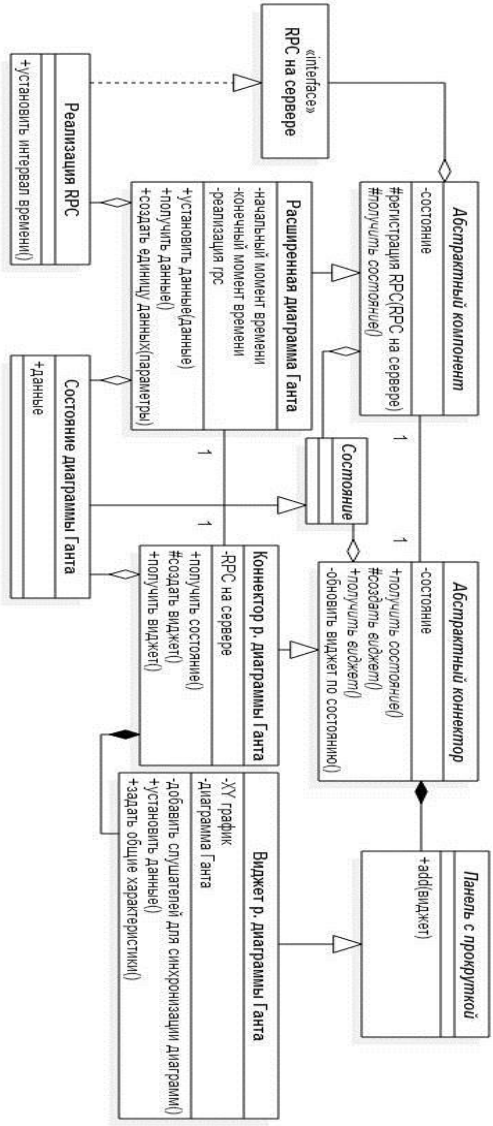


Рис.4. Диаграмма классов расширенной диаграммы Ганта

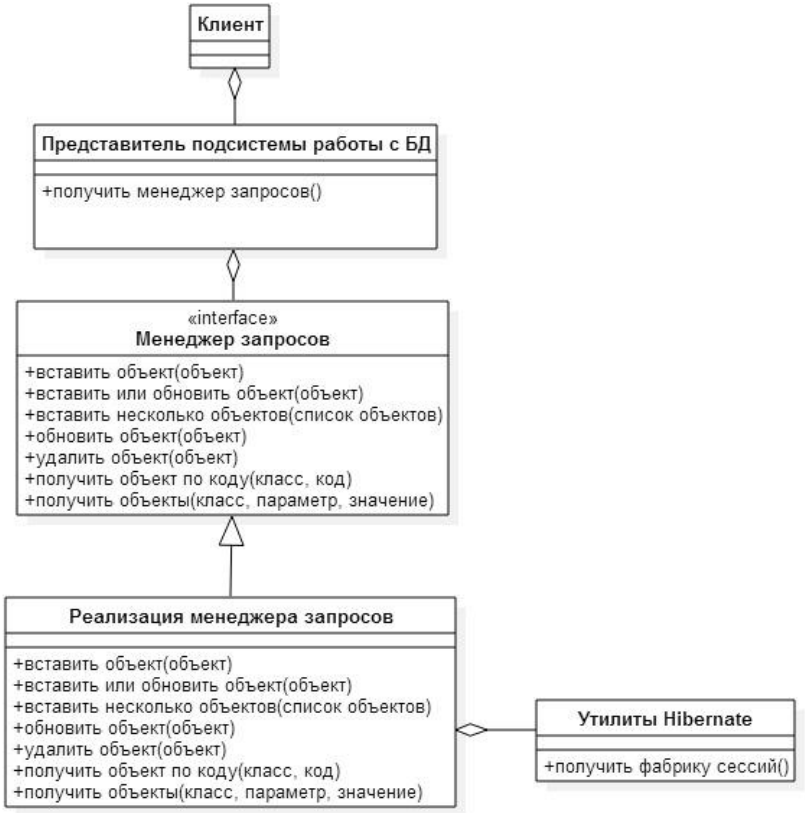


Рис. 5. Диаграмма классов подсистемы взаимодействия с БД

На рисунке 6 представлена диаграмма состояний объекта в АС мониторинга. Под объектом понимается КА, НС, РН или визуализация. Такой объект может быть добавлен пользователем или визуализирован ПС мониторинга. На диаграмме состояний отражены основные этапы жизненного цикла такого объекта.

На рисунке 7 изображена диаграмма последовательности добавления данных в систему, например, новый КА, НС, РН или видимость. На рисунке отражено то, что взаимодействие происходит через OSGI реализацию. Перед

взаимодействием подсистем они регистрируют сервисы – интерфейсы доступа в окружении, которое обеспечивает реализацию OSGI спецификации. На диаграмме последовательности отражены следующие действия: пользователь сообщает ПС визуализации о потребности в добавлении данных, ПС визуализации сообщает требуемые параметры, пользователь задает для них значения. ПС визуализации запрашивает у окружения реализацию для интерфейса взаимодействия с базой данных.

Рис. 6. Диаграмма состояний КА, РН, НС

Особенностью OSGi является то, что можно начинать работу подсистем без некоторых необходимых в ходе выполнения ПС, таким образом, если ПС БД доступна на момент обращения, то ПС визуализации получает возможность взаимодействия с БД. ПС визуализации сохраняет данные в БД, в ходе сохранения ПС БД сообщает ПС планирования о том, что данные обновлены. ПС БД отвечает на запрос сохранения подтверждением, в свою очередь ПС

визуализации сообщает об успешном сохранении пользователю. ПС планирования, в зависимости от реализации ведет себя по-разному, в частном случае, в следствие оповещения об обновлении данных запрашивает актуальные данные и производит перепланирование. В результате сохраняет в БД обновленный план, ПС визуализации оповещается о сохранении и обновляется.

Логическая схема базы данных системы изображена на рисунке 8.

В качестве языка программирования был выбран язык Java (JDK 1.7). В качестве среды разработки -- интегрированная среда разработки Eclipse. В качестве операционной системы -- Windows 8. Для реализации визуального представления данных, а также остальных компонентов пользовательского интерфейса был выбран фреймворк Vaadin 7. При выборе долговременного хранилища данных проводился анализ и для реализации была выбрана PostgreSQL, которая базируется на языке SQL и поддерживает многие из возможностей стандарта SQL:2011. При разработке системы мониторинга для описания взаимодействия ПС используется OSGI.

Разработанная система отвечает всем требованиям задания и реализует следующие основные функции:

- учет КА, НС, РН, интервалов видимости между КА, РН и между КА, НС;
- визуализация диаграмм интервалов видимости и результатов планирования;
- визуализация перечней КА, РН, НС интервалов видимости и средств работы с ними;
- сохранение, удаление, изменение и чтение из базы данных.

Для разработки системы использовались современные подходы и средства для ускорения разработки и создания гибких подсистем такие как Vaadin, GWT, Hibernate, OSGi.

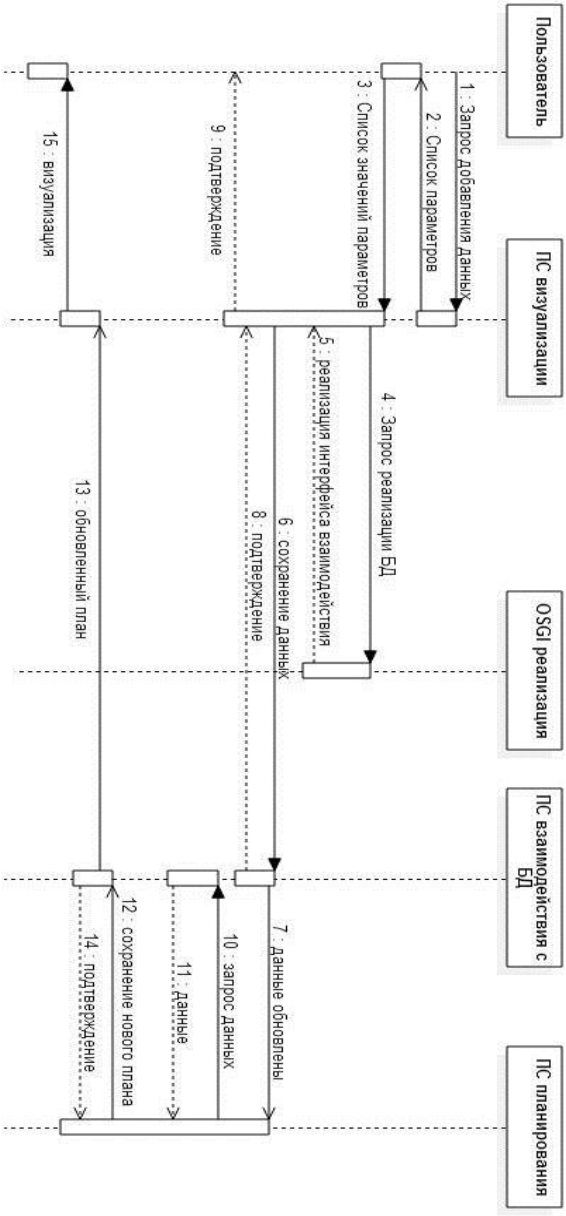


Рис. 7. Диаграмма последовательного добавления данных

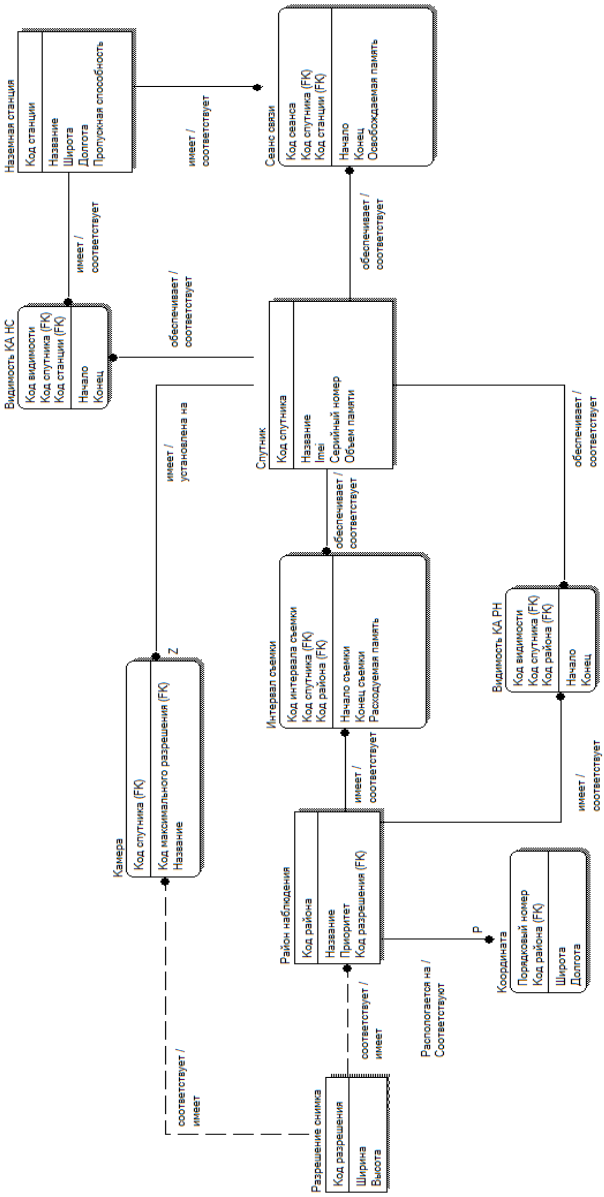


Рис. 8. Логическая схема БД системы

Список литературы

1. **Скобелев** П.О., Соллогуб А.В., Иващенко А.В., Симонова Е.В., Степанов М.Е., Царев А.В. Мультиагентные технологии в задачах дистанционного зондирования земли // Труды XIII Международной конференции “Проблемы управления и моделирования в сложных системах”. – 2011. – С. 426-434.
2. **Симонова** Е.В., Жиляев А.А., Иванов А.Б., Скобелев П.О., Майоров И.В. Мультиагентное планирование потоков данных в сети наноспутников и наземных станций // Труды Международной научно-технической конференции “Перспективные информационные технологии – 2013”. – 2013. – С. 365-369.
3. **Малоразмерные** спутники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.portalnano.ru/read/prop/pro/materials/functional/4cosmos/nanosatellitetes (дата обращения: 16.05.2015). – Загл. с экрана.
4. **Проект** спутниковой группировки дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.spacelin.ru/#!sat/c1qzl (дата обращения: 16.05.2015). – Загл. с экрана.

Сидоров А.В.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет)
Компания «Интелтранс»

В статье описывается область применения беспилотных летательных аппаратов в задачах обследования транспортной инфраструктуры. Приведена классификация, характеристики и преимущества беспилотных летательных аппаратов. Описано применение квадрокоптера для инвентаризации автомобильной дороги.

Ключевые слова: *беспилотные летательные аппараты, квадрокоптеры, геовидеомашруты, САПР WayMark.*

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) используются для решения разнообразных задач в различных отраслях жизни – для получения оперативных и аналитических данных с определенной территории, для оперативного проведения аэрофотосъемки, радиовещания, поисково-спасательных работ, разведки и наблюдения, поиска и определения координат объектов, поддержания правопорядка и т.д.

Основная цель использования БПЛА – получение изображений необходимой территории с заданными характеристиками. Важнейшая задача современных исследований, решаемая с использованием БПЛА, – получение пространственных данных о каком-либо объекте или о местности наиболее экономически и технологически оправданным способом.

Аэрофотосъемка с БПЛА перед космической и традиционной имеет следующие преимущества [1]:

- маловысотная (позволяет проводить съемку на высотах от 50 до 1000 м);
- высокое разрешение на местности (видны мельчайшие детали рельефа и объекты);
- возможность снимать под углом к горизонту (перспективная съемка), что невозможно при космической съемке и довольно сложно при традиционной аэрофотосъемке;
- возможность создания панорамных снимков (спутниковая и традиционная аэрофотосъемка не имеют такой возможности);
- возможна детальная съемка небольших объектов;
- возможность выбора погодных условий и времени суток для проведения аэрофотосъемки;
- оперативность;
- низкая стоимость;
- экологическая безопасность.

БПЛА отличаются большим разнообразием, их конструкция и размеры зависят от задач, для которых они предназначаются (рисунок 1).

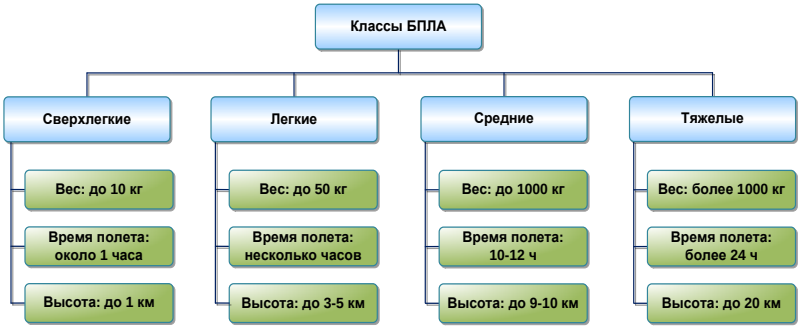


Рис. 1 – Классы БПЛА

Существуют различные конструкции БПЛА. Наряду с самолетами и вертолетами также применяются дирижабли,

воздушные шары, аэропланы и др. В последнее время все чаще БПЛА используются для оперативного дистанционного зондирования Земли (аэрофотосъемки). Для этого создаются специализированные комплексы БПЛА или используются многоцелевые системы.

Сверхлегкие БПЛА не позволяют оборудовать их сложной высокоточной съемочной аппаратурой, так как они существенно ограничены в весе полезной нагрузки. Кроме того, эти аппараты сильно подвержены влиянию погодных условий (например, для БПЛА весом до 2 кг накладываются ограничения применения по скорости ветра до 10 м/с). Однако оборудование таких аппаратов позволяет успешно и эффективно проводить съемку для целей оперативного мониторинга автомобильных дорог и др.

Рис. 2. Квадрокоптер DJI Phantom 2 Vision plus в момент обследования

Для получения оперативных и аналитических данных о состоянии автомобильных дорог и осуществления мониторинг дорожно-транспортной обстановки в режиме ре-

ального времени группой компаний Интелтранс используется квадрокоптер DJI Phantom 2 Vision plus (рисунок 2).

Квадрокоптер относится к БПЛА сверхлегкого класса, но оснащен современных современным подвесным оборудованием, позволяющим делать фотографии разрешением в 14 мегапикселей и снимать видео с разрешением до 1080p. Видеокамера установлена на 3х осевом подвесе, который в автоматическом режиме определяет 3 угла возможного движения квадрокоптера (тангаж/крен/рыскание) и как только движение определено, подвес двигает камеру в противоположную сторону, стабилизируя таким образом изображения, вне зависимости от того, как качает квадрокоптер [2].

Технические характеристики квадрокоптера DJI Phantom 2 Vision plus [3]:

- время полета: до 25 минут;
- максимальная горизонтальная скорость: 10 м/с;
- максимальная вертикальная скорость: 6 м/с;
- вес: 1.3 кг;
- радиус действия: 500-700 м.

Наряду с видеокамерой, квадрокоптер оборудуется GPS/ГЛОНАСС приемником, позволяющим записывать о глобальном местоположении и высоте съемки. Причем оборудование глобального позиционирования на БПЛА лишено главного источника ошибок в современном мегаполисе: отражение от высоких зданий, так как обычно видеосъемка производится на высотах, выше любых строений.

Видео и данные GPS/ГЛОНАСС приемников (геовидеомаршруты), полученные с БПЛА, возможно использовать в САПР WayMark (рисунок 3).

WayMark обеспечивает [3, 4]:

- мониторинг объектов транспортной инфраструктуры;

Рис. 3. Процесс обработки видео в WayMark

– автоматизацию технологических процессов сбора, хранения и визуализации информации на электронной карте;
– обработка и анализ информации о дислокации дорожных объектов.

Рис. 4. Схема измерения линейного размера объектов с помощью БПЛА

В системе WayMark реализован алгоритм определения линейных и площадных размеров объектов по видео, полученных с квадрокоптера. Для этого необходимо знать параметры камеры и высоту съемки видео (рисунок 4).

Результаты обработки данных, полученных с помощью БПЛА, системой WayMark применяются для создания цифровой картографической модели дорожно-транспортной инфраструктуры, разработке ортофотопланов при проектировании и строительстве дорог, обнаружения и фиксации дефектов дорожного покрытия.

Список литературы

1. **Ишбулатов** М.Г., Мифтахов И.Р. Использование беспилотных летательных аппаратов при инженерно-геодезических изысканиях // Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов: результаты международной научно-технической конференции. – Тула, 2015. – С.252-254.
2. **Квадрокоптеры** [Электронный ресурс]. URL: http://quadrocoptery.ru/dji-phantom-2-vision-plus-review/
3. **CopterTime** [Электронный ресурс]. URL: http://coptertime.ru/copters/archiv/visionplus-ru/
4. **Головнин** О.К., Михеева Т.И., Сидоров А.В. Автоматизированная система интеллектуальной поддержки принятия решений в распределенных средах // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2014. – Т. 18. – №. 5 (66). – С. 131-138.
5. **Михеева** Т.И., Сидоров А.В., Михайлов Д.А. Нейровизуальные модели поддержки принятия решений дислокации объектов управления транспортными потоками // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Самара: Самарский научный центр РАН, 2015, Т. 17, №2 (5). – С. 1063-1068.

Ключников В.А., Ключников Л.А.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ В ГИС ITSGIS

Компания «Интелтранс»

В статье описываются средства учета дорожной разметки в системе ITSGIS. А также затрагиваются некоторые технологии организации хранения информации и доступа к ней.

***Ключевые слова**: геоинформационные системы, дорожная разметка, база данных, объектно-реляционная проекция, NHibernate.*

В связи с возрастающей интенсивностью транспортных потоков и развитием городской транспортной инфраструктуры актуальными и приоритетными становятся задачи разработки новых высоко функциональных средств проектирования схем организации дорожного движения (ОДД), дислокации технических средств ОДД, учета их количества и состояния, построения безопасных и требовательных к скорости движения маршрутов и др.

Геоинформационные технологии обеспечивают эффективное решение этих задач, позволяют получать информацию о существующих объектах, их состоянии, дислоцировать новые объекты, имея в своем распоряжении электронную карту.

ITSGIS – расширяемая многослойная геоинформационная система (ГИС), состоящая из ядра приложения и подключаемых к ней модулей, предоставляющая возможность редактировать основу карты и ряд различных объектов на карте [1]. Для автоматизации учета дорожной разметки в *ITSGIS* разработан модуль «Дорожная разметка».

Задача разработки модуля «Дорожная разметка» сводится к проектированию ER-модели данных и соответ-

ствующей схемы базы данных (БД), а также правильному выбору и настройке *ORM*.

ORM (Object-relational mapping – объектно-реляционная проекция) – технология программирования, которая связывает базы данных с концепциями объектно-ориентированных языков программирования, создавая «виртуальную объектную базу данных» [2].

При разработке *ITSGIS* выбран *NHibernate* – один из распространенных и надёжных проекторов *ORM*. Одна из причин выбора *NHibernate* – поддержка специально разработанного для *Hibernate* языка запросов *HQL*, который очень похож на классический *SQL*, что способствует его быстрому освоению и внедрению. *HQL* упрощает доступ к свойствам объектов [3].

Возможность такого доступа к свойствам и восприятие объектов проектором *NHibernate* обеспечивается их проекциями. Проекция (англ. *Mapping*) класса *RoadMarking* представлена ниже.

```
<hibernate-mapping xmlns="urn:nhibernate-mapping-2.2">
  <class lazy="false" name="ITS.Core.RoadMarking.Domain
      .RoadMarkingLine, ITS.Core.RoadMarking"
         table="roadmarking_line">
    <id name="ID" column="id" type="long" unsaved-
      value="0">
      <generator class="hilo" />
    </id>
    <many-to-one column="feature_object_id"
      name="FeatureObject"
   class="ITS.Core.Domain.FeatureObjects.FeatureObject,
      ITS.Core" cascade="all" />
    <many-to-one column="type_id" name="Type"
  class="ITS.Core.RoadMarking.Domain.TypeOfRoadMarking,
      ITS.Core.RoadMarking" />
    <many-to-one column="material_id" name="Material"
        class="ITS.Core.RoadMarking.Domain.Material,
      ITS.Core.RoadMarking" />
```

```
    <property name="CrosswalkType" col-
      umn="crosswalk_type"
      type="NHibernate.Type.EnumStringType`1[[ITS.Core.
      RoadMarking.Enums.CrosswalkType,
      ITS.Core.RoadMarking]], NHibernate" />
    <property name="Quality" column="quality"
      type="double" />
    <property name="Brightness" column="brightness"
      type="int" />
    <property name="RMColor" column="rmcolor"
      type="int" />
 <property name="Angle" column="angle" type="double" />
 <property name="Label" column="label" type="string" />
    <property name="LightReflectionNightDry" col-
      umn="lrnightdry" type="int" />
    <property name="LightReflectionNightWet" col-
      umn="lrnightwet" type="int" />
    <property name="LightReflectionDay" column="lrday"
      type="int" />
    <property name="DrawingDate" column="drawing_date"
      type="datetime" not-null="false" />
  </class>
</hibernate-mapping>
```

Первичный ключ (id) генерируется автоматически классом-генератором *hilo* при сохранении объекта в БД. Для описания скалярных свойств, например, угол поворота точечной разметки (*Angle*), в мэппинге используется элемент *property*. Свойство тип дорожной разметки (*TypeOfRoadMarking*) описывается отношением *many-to-one*, так же, как и материал (*Material*), поскольку тип дорожной разметки сам проецируется как самостоятельный объект и хранится в отдельной таблице БД [4, 5].

ГИС *ITSGIS* позволяет автоматизировать учет следующих видов дорожной разметки (рисунок 2):

– Линейная разметка, геометрическим представлением которой является ломанная линия, которую модуль «Дорожная разметка» отрисовывает

определенным образом в соответствии с типом разметки по ГОСТ Р 51256 – 2011.

– Точечная разметка, геометрическим представлением которой является точка на карте. В эту точку помещается изображение соответствующего типа разметки, повернутое на заданный угол.
– Площадная разметка. Геометрическая информация представлена ломанной линией (рисунок 1). Средняя точка линии обозначает точку, от которой начинаются штрихи площадной разметки. Длина штрихов ограничена ломанной линией ABC, а их угол наклона β на 15º больше угла α, где 2α – угол между AB и BC.

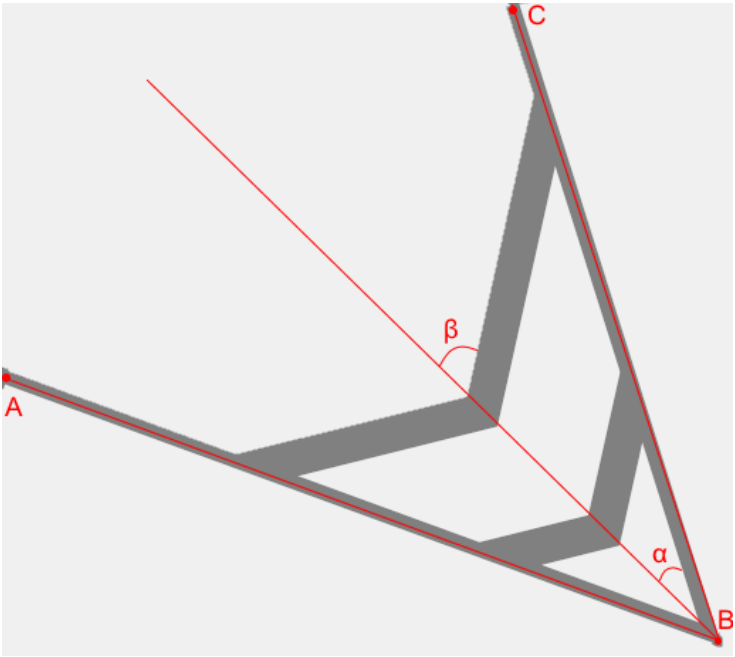


Рис. 1. Рисование площадной разметки в ГИС ITSGIS

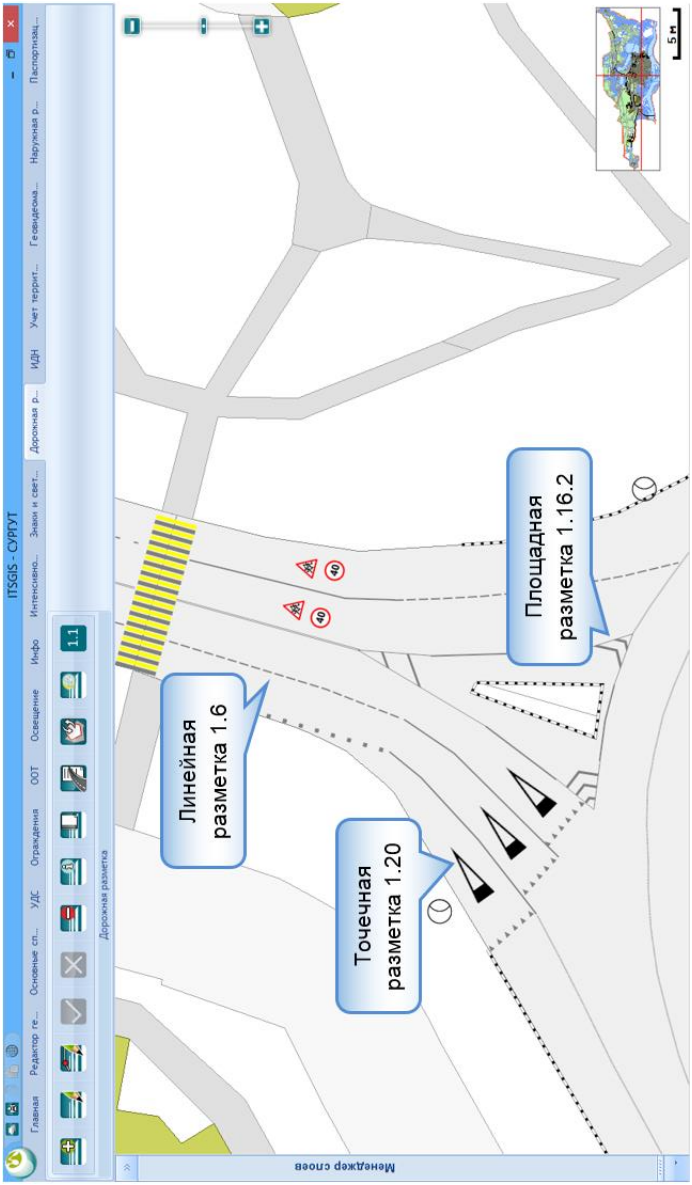


Рис. 2. Виды геометрических представлений разметки в ГИС ITSGIS

Список литературы

1. **Сидоров** А.В., Имамутдинов А.Н., Ключников В.А. Веб-ориентированная модель интеллектуальной транспортной геоинформационной системы ITSGIS // Известия СНЦ РАН. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2015. – Т. 17, № 2(5) – С. 1114-1118.
2. **Официальное** сообщество NHibernate в интернете. NHibernate Forge. [Электронный ресурс] URL: http://www.nhforge.org.
3. **Карагезян** М.Г. Автоматизация учета технических средств организации дорожного движения ИТ & Транспорт : сб. науч. статей / под ред. Т.И. Михеевой. – Самара: Интелтранс, 2014. – Т. 2. – С. 45-51.
4. **NHibernate** mapping – <map/>. [Электронный ресурс] URL: http://ayende.com/blog/4045/nhibernate-mapping-map.
5. **NHibernate** 3,0 Cookbook / Jason Dentler // Packt Publishing – 2010.

Мащенко В.В., Черноскулова О.О.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАНОРАМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ГИС ITSGIS

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет)
Компания «Интелтранс»

В статье описывается алгоритм создания панорамного изображения участка улично-дорожной сети улицы Студенческая г. Саранск с помощью программы «PTGui».

Ключевые слова: *интеллектуальная транспортная система, цилиндрическая панорама, панорамное изображение, геопортал.*

Обработка и анализ информации о транспортных потоках необходимы для осуществления эффективного управления дорожным движением и повышения безопасности его участников. Для этой цели используют различные программные и технические средства [1].

В настоящее время активно развиваются системы транспортного мониторинга. На основании собранной статистической информации возможно прогнозирование дорожной обстановки и планирование развития отрасли. Множество интеллектуальных транспортных систем имеют в своем арсенале карты с возможностью просмотра панорамных изображений улиц, что существенно облегчает поиск объектов на местности [2].

В данной статье рассматривается создание цилиндрической панорамы [3]. Цилиндрическая панорама проецируется на боковую часть цилиндра и имеет охват по горизонтали до 360°, по вертикали порядка 90°, без растягивания объектов съемки по горизонтали. Отличительной особенностью таких снимков является выгибание горизонтальных линий. Длинные прямые здания могут выглядеть как изогнутые в плане. Такие панорамы получаются склейкой из фрагментов или панорамным фотоаппаратом с вращающимся объективом.

Материалом для создания панорамного изображения послужили видеозаписи Студенческой улицы города Саранска, отснятые шестью расположенными на крыше автомобиля камерами с шести разных углов съемки: вперед – 1, вперед правее – 2, назад правее – 3, назад – 4, назад левее – 5, вперед левее – 6. На рисунке 1 схематично отображено расположение видеокамер, видно, что углы обзора перекрывают друг друга [4].

Видеозапись нарезается покадрово, т.е. делается снимок с каждой их шести камер. Частота нарезки – каждые 10 метров дороги. Далее с помощью программы PTGui для

создания панорам собирается панорамное изображение (рисунок 2).

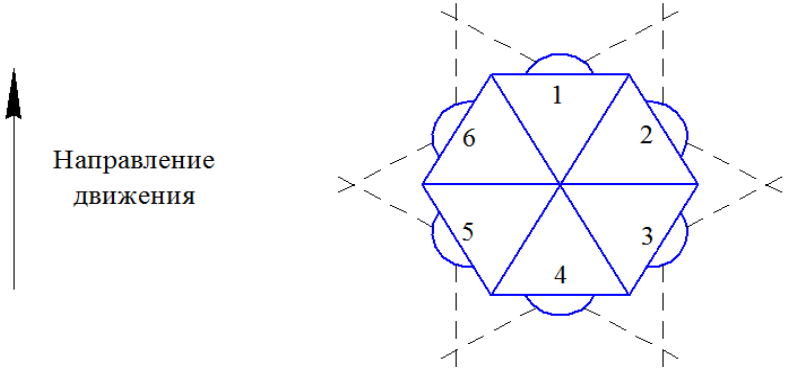


Рис. 1. Схематичное изображение видеокамер. Вид сверху

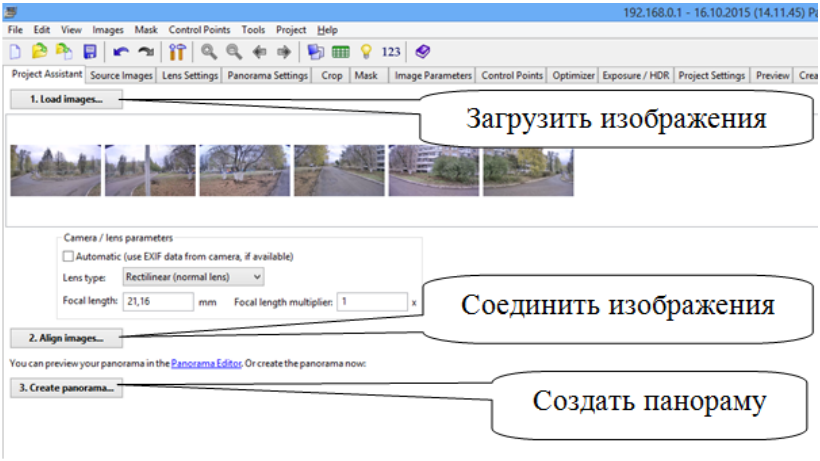


Рис. 2. Интерфейс программы PTGui

Алгоритм создания панорамных изображений:

1. Загрузить 6 изображений с выбранного метра дороги.

2. Нажать кнопку «Соединить изображения». Программа в новом окне собирает панораму (рисунок 3).

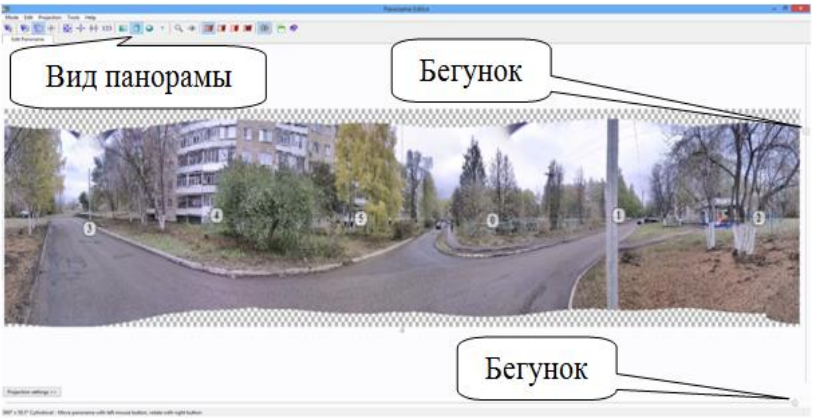


Рис. 3. Собранная развернутая панорама

3. Если панорама не сложилась, на панели инструментов выбрать закладку «Контрольные точки» и добавляем маркеры для каждой пары стыковых фотографий (рисунок 4).

Шаги 2 и 3 повторяются до тех пор, пока не получится качественное панорамное изображение, где все фотографии правильно состыкованы.

4. Нажать кнопку «Создать панораму».

Полученные панорамные изображения размещены на геопортале веб-ориентированной геоинформационной системы *ITSGIS* [5]. Панорамы дислоцируются в виде точек на отдельном слое электронной карты города и доступны для просмотра в отдельном окне (рисунок 5).

Современное развитие вычислительной техники позволяет разрабатывать новые алгоритмы обработки видеоинформации [6]. Таким образом, становится возможным создание системы транспортного мониторинга, формирующей эргономичные и эффективные для автоматического

анализа данные, определяющей все необходимые статистические параметры потока (в том числе скорости автомобилей), способной контролировать соблюдение правил дорожного движения, не использующей дополнительной аппаратуры, а также отличающейся простотой эксплуатации.

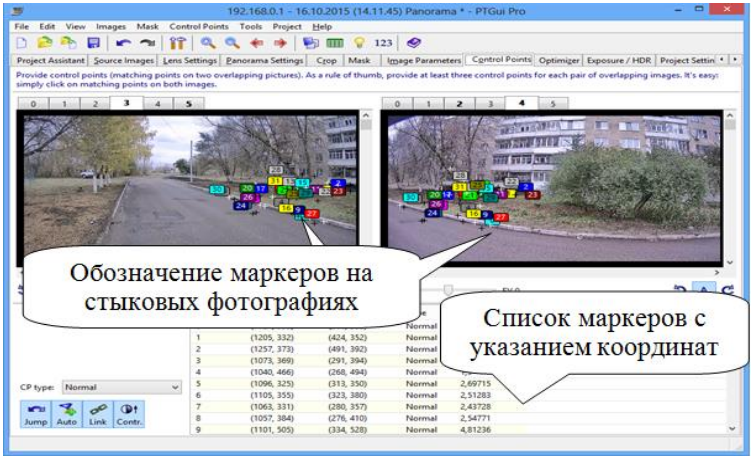


Рис. 4. Расстановка дополнительных маркеров

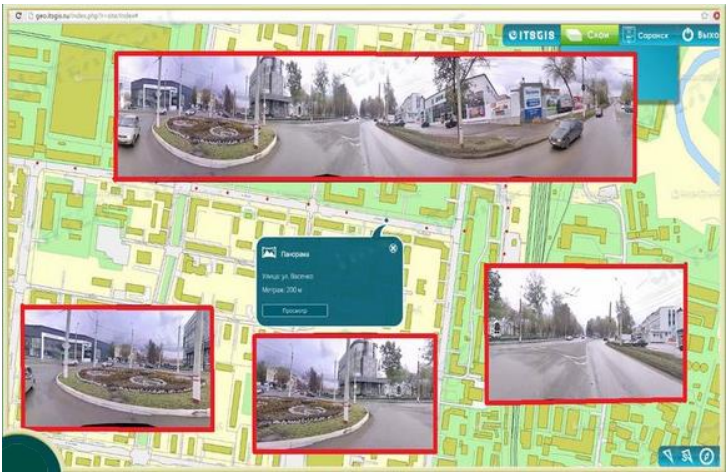


Рис. 5. Панорамные изображения на геопортале *ITSGIS*

Список литературы

1. **Телематические** и интеллектуальные транспортные системы [Электронный ресурс]. – URL: http://www.niiat.ru/activity/intellektualnye-transportnye-sistemy
2. **Михеева** Т.И. Инструментальная среда для проектирования объектов интеллектуальной транспортной системы // Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия «Технические науки» №40. Самара: СамГТУ, 2006. – С.96-103.
3. **Панорамная** фотография [Электронный ресурс]. – URL: http://www.panphoto.ru/teor.html.
4. **Ключников** В.А., Богданова И.Г., Осьмушин А.А. Технологии построения интеллектуальных геовидеомаршрутов в среде САПР WayMark // Известия СНЦ РАН. – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2015. – Т. 17, № 2(5) – С. 1026-1030.
5. **Геопортал** ITSGIS [Электронный ресурс] / Геоинформационная система ITSGIS. – URL: http://geo.itsgis.ru/.
6. **Михеева** Т.И., Михеев С.В. Модели наследования в системе управления дорожным движением // Информационные технологии. 2001. № 7. С. 50-54.

Тихонов А.Н., Михеева Т.И., Головнин О.К.

МОНИТОРИНГ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

В работе описано применение беспилотных летательных аппаратов для решения задач мониторинга транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: *БПЛА, квадрокоптер, мультикоптер, транспортная инфраструктура, WayMark.*

Интенсивное развитие транспортной инфраструктуры (ТрИ) урбанизированных территорий привело к ухудшению условий движения транспортных и пешеходных потоков. Современные концепции развития транспортного комплекса предписывают использовать интеллектуальные транспортные системы (ИТС) для управления ТрИ, транспортными и пешеходными потоками. Повышение эффективности процесса поддержки принятия решений при управлении ТрИ в среде ИТС требует наличия достоверных, оперативных и детализированных данных о параметрах ТрИ. Оперативный сбор данных, наряду с классическими методами [5, 6, 7, 9], может быть выполнен с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [1, 8].

В Самарском государственном аэрокосмическом университете совместно со специалистами научно-производственного центра «Интеллектуальные транспортные системы» разрабатывается система учета параметров ТрИ, позволяющая получать и обрабатывать данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с БПЛА.

Проведена декомпозиция модели ТрИ (рис. 1).

Выделены задачи управления ТрИ и модели улично-дорожной сети (УДС), транспортного потока (ТрП), технических средств организации дорожного движения (ТСОДД). Предполагается применение БПЛА для мониторинга состояния объектов ТрИ и автоматизации дислокации ТСОДД. Возможности БПЛА могут быть полезны при построении модели УДС в районах малой инфраструктурной доступности. Рассматриваются перспективы получения основных параметров ТрП с применением БПЛА для мобильного видеомониторинга ТрП с постобработкой данных [4].

Рис. 1. Декомпозиция предметной области на классы объектов

Метод исследования ТрИ с помощью БПЛА дополняет классические методы натурных исследований (рис. 2), расширяя возможности передвижных мобильных лабораторий. Дооснащение передвижных лабораторий автомобильного базирования летательным аппаратом и соответствующим программным обеспечением позволит расширить охват возможной зоны исследования ТрИ. Применение БПЛА как самостоятельной исследовательской лаборатории позволит построить трехмерную модель местности, по которой возможна идентификация модели ТрИ.

Проведены испытания мобильной лаборатории обследования ТрИ на базе мультикоптера в различных режимах съемки (рис. 3–5).

Мультикоптер оснащается навесным оборудованием: видеокамерой, навигационным устройством, подвесом, блоками управления и трансляции информации. Подвес использует гироскопы и шаговые двигатели для снижения кренов и вибраций, позволяет осуществлять управление ориентацией в пространстве видеокамеры. Навигационное

устройство обеспечивает отслеживание пути следования мультикоптера. Передача видеоинформации для визуального контроля съемки, текущего положения и телеметрии мультикоптера реализуется в блоке трансляции. Блок управления использует данные навигационного устройства для полета по заданным на электронной карте путевым точкам в режиме автопилотирования.

Рис. 2. Методы исследования транспортной инфраструктуры

Надирная аэрофотосъемка (рис. 3) позволяет наиболее точно получить параметры УДС, однако ее использование затруднено из-за сложностей взлета и посадки в густонаселенных районах. В таких районах резонно использовать перспективную высотную аэрофотосъемку (рис. 4) для идентификации модели УДС. Результаты высотных съемок также могут быть использованы для оценки характеристик ТрП. Получение данных о дислокации ТСОДД и мониторинга их состояния требует проведения горизонтальной маловысотной аэрофотосъемки (рис. 5).

Рис. 3. Надирная аэрофотосъемка с использованием мультикоптера

Рис. 4. Перспективная высотная аэрофотосъемка с использованием мультикоптера

Обработка данных ДЗЗ, полученных с мультикоптера, осуществляется разработанным подключаемым модулем для системы учета геометрических параметров ТрИ WayMark [6]. При проведении мероприятий по управлению ТрИ, особую роль отводят необходимой и достаточной дислокации управляющих объектов ТрИ – ТСОДД. Реализована система поддержки принятия решений по дислокации ТСОДД в среде ИТС. Эффективная работа системы потребовала выделения отдельных функций по получению из различных источников данных, в том числе, слабоструктурированных и неструктурированных [2]. Анализ данных и неявных зависимостей между ними реализуется с помощью методов интеллектуального анализа данных Data Mining [7]. Визуализация данных о ТрИ и маршрутов движения БПЛА во время обследования осуществляется в среде транспортной географической информационной системы ITSGIS, которая выступает единым информационным пространством для реализации и идентификации модели ТрИ.

Рис. 5. Горизонтальная маловысотная аэрофотосъемка с использованием мультикоптера

Использование БПЛА для решения задач учета параметров ТрИ в ИТС позволит повысить оперативность мониторинга УДС, расширить зоны обследования, увеличить точность определения параметров УДС за счет обработки детальных данных ДЗЗ.

Список литературы

1. **Барбасов**, В.К. Многороторные беспилотные летательные аппараты и возможности их использования для дистанционного зондирования Земли / В.К. Барбасов [и др.] // Инженерные изыскания. – 2012. – № 10. – С. 38–42.
2. **Головнин**, О.К. Автоматизированная система интеллектуальной поддержки принятия решений в распределенных средах / О.К. Головнин, Т.И. Михеева, А.В. Сидоров // Вестник УГАТУ. – 2014. – Т. 18, № 5 (66). – С. 131–138.
3. **Ибрагим**, И.М. Принципы разработки специализированных объектно-ориентированных приложений / И.М. Ибрагим // Системы управления и информационные технологии. – 2007. – Т. 27, № 1.1. – С. 155–159.
4. **Котов**, А.А. Мобильный видеомониторинг транспортных потоков для автоматизированного учета интенсивности дорожного движения в районах малой инфраструктурной доступности / А.А. Котов, П.И. Поспелов // Вестник МАДИ. – 2013. – № 4. – С. 65–71.
5. **Кривопалов**, А.Д. Разработка проектов организации дорожного движения: настоящее и будущее / А.Д. Кривопалов, Д.А. Петренко, А.В. Скворцов // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2014. – № 2 (3). – С. 86–92.
6. **Сидоров**, А.В. Программно-аппаратный комплекс учета параметров автодороги / А.В. Сидоров, О.К. Головнин //

IT & Транспорт : сб. науч. статей. – Самара : Интелтранс, 2014. – Т. 1. – С. 33–40.

7. **Федосеев**, А.А. Технология Data Mining в задачах прогнозирования развития транспортной инфраструктуры / А.А. Федосеев, С.В. Михеев, О.К. Головнин // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1. – URL : http://www.science-education.ru/107-8153.
8. **Gebauer**, J. Multicopter potentialities / J. Gebauer, P. Koci, P. Sofer // Carpathian Control Conference (ICCC), 2012 13th International. – IEEE, 2012. – P. 194–197.
9. **Mikheeva**, T.I. Intelligent Transport Systems: Methods, Algorithms, Realization / T.I. Mikheeva [et al.]. – Saarbrucken : LAP Lambert Academic Publishing, 2014. – 164 p.

Сухова Е.О.

МЕТОДЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ПРИНЯТИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

В работе описаны методы экономического анализа при разработке и принятии управленческих решений на предприятии.

Ключевые слова: *рентабельность, доходность, реализуемость.*

Актуальность проблемы, рассматриваемой автором в данной статье, продиктована тем, что эффективность экономической, финансовой и кадровой политики, адекватных организационно-управленческих структур может принести громадную выгоду, создав бесценные конкурентные преимущества для рассматриваемого предприятия, однако, в

настоящее время этого становится недостаточно, поэтому для того, чтобы конкурировать в сегодняшнем мире бизнеса, предприятие должно постоянно заниматься сбором и анализом огромного количества информации об отрасли, конкурентах и других факторах.

Оценка состояния рынка позволяет получить данные о факторах, которые представляют опасность или открывают новые возможности для рассматриваемого предприятия, руководство должно определить: обладает ли фирма внутренними силами, чтобы воспользоваться имеющими преимуществами, и какие недостатки могут осложнить будущие проблемы, связанные с внешними опасностями.

В настоящее время, для того чтобы компания была конкурентоспособной в борьбе с ведущими фирмами, требуются совершенно новые подходы к организации производства и управления, чем те, на которые руководители ориентировались в прошлом. И прежде всего новые подходы нужны в инвестиционной политике, при проведении на предприятии технической реконструкции, в процессе внедрения новой техники и технологии.

Конкурентоспособность в первую очередь определяется эффективностью производственной, финансовой деятельности, конкурентоспособностью производимой продукции и эффективностью продвижения и сбыта товаров. Производственная деятельность и управленческая надстройка находятся в адаптивной взаимосвязи, обусловленной теми изменениями, которые происходят на предприятии вследствие воздействия факторов внешней и внутренней среды [1].

Внешняя среда функционирования промышленных предприятий характеризуется высокой степенью неопределенности. Для того чтобы выжить, предприятие должно быть способно своевременно реагировать на изменяющиеся условия функционирования, как можно более безболез-

ненно к ним приспосабливаться, извлекая максимум выгоды из рыночных возможностей, используя при этом потенциал предприятия.

Понимание базовых факторов конкурентного давления обеспечит предприятию прочный фундамент для стратегического плана действий. А также позволит выявить сильные и слабые стороны компании, дать четкое обоснование позиционирования организации в отрасли, понять, в каких региональных представительствах стратегические изменения дадут максимальный положительный эффект и окажут наибольшее влияние на потенциальные возможности предприятия в целом. Кроме того, понимание этих базовых факторов позволит также рассмотреть возможные направления диверсификации.

Необходимо отметить, что зачастую интересы сторон на рынках представляют достаточно крупные предприятия, у которых больше заинтересованности и реальных возможностей для разработки и использования моделей, обеспечивающих количественные оценки альтернативных вариантов согласования решений.

В выборе поставщиков, а также в принятии решений о продолжении, развитии или прекращении взаимоотношений с ними важное значение имеют не только обычно учитываемые при оценках поставщиков параметры, которые можно положить в основу анализа экономической выгоды от взаимоотношений, но и характеристики, слабо поддающиеся количественной оценке, но важные для анализа рисков сторон. В их числе можно выделить опыт, честность и взаимное доверие [2].

Выделим основные критерии, определяющие выбор поставщика для предприятия на рынке:

- качество продукции;
- техническая спецификация;
- ценовое предложение, условия оплаты;

- ориентированность на покупателя;
- соблюдение сроков поставки;
- общая репутация поставщика;
- маркетинг.

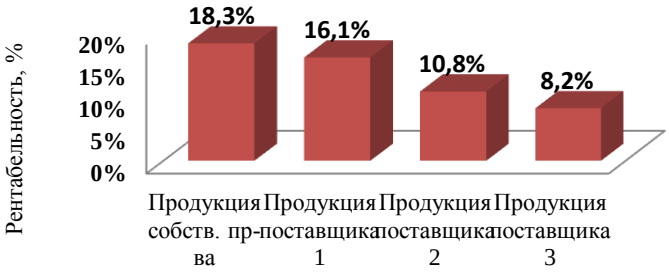


Рис. 1. Пример рентабельности реализуемой продукции предприятия, %

При выборе поставщиков для предприятия и принятии решений о продолжении, развитии или прекращении взаимоотношений с ними важное значение имеют поддающиеся количественному измерению параметры, которые можно положить в основу анализа экономической выгоды от взаимоотношений, такие как рентабельность, оборачиваемость капитала и доходность реализуемой продукции.

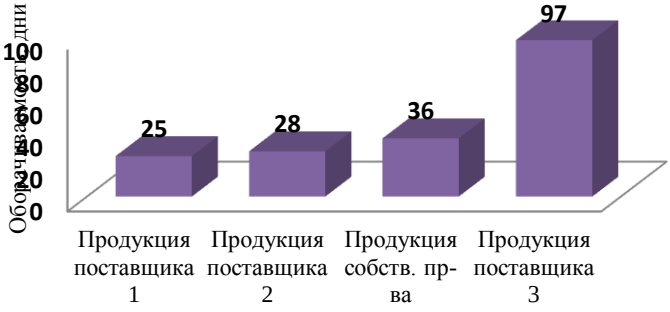


Рис. 2. Пример оборачиваемости реализуемой продукции предприятия, дни

Рис. 3. Пример доходности реализуемой продукции предприятия, % мес.

Целью деятельности любой коммерческой организации является стабильное получение прибыли от реализации продукции в долгосрочном периоде, завоевание и удержание доли на региональных рынках. Стабильное получение прибыли от реализации в обособленных подразделениях компании, устойчивая рыночная позиция в регионах во многом определяется грамотной политикой распределения поставок продукции в филиалы предприятия.

Кроме того, в условиях постоянно меняющегося рынка необходим постоянный контроль тех рыночных изменений, которые не могут быть учтены заранее, а также своевременная коррекция планов в соответствии с этими изменениями, кроме того существует такое понятие как «сезонность рынка». Именно резкий всплеск спроса на продукцию в период сезона и ограниченные возможности производства промышленного предприятия способствуют поиску альтернативного решения по дополнительному снабжению необходимой продукцией. Изменения в схеме поставки позволяют сократить время доставки готовой продукции оптовым клиентам, удовлетворить потребность региональных представительств в товаре, улучшить деловые отношения с поставщиками за счет увеличения ассортимента

закупаемой продукции, а также сократить транспортные расходы.

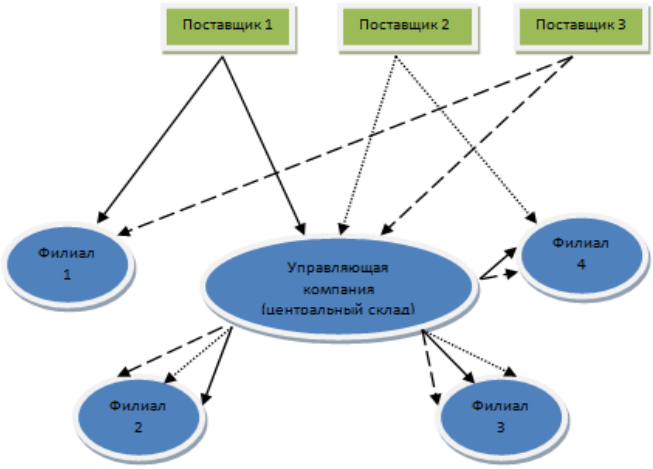


Рис. 4. Модель поставки готовой продукции с учетом удаленности обособленных подразделений

В зависимости от удаленности поставщиков на рассматриваемом предприятии необходимо придерживаться следующей модели поставки готовой продукции по филиалам (рис. 4).

Поставка готовой продукции конкретного поставщика может осуществляться через центральный склад управляющей компании или напрямую со склада поставщика на склад обособленного подразделения. Однако, закупая готовую продукцию у поставщика, руководство филиала может столкнуться с определенными условиями формирования заказа (например, некоторые поставщики осуществляют отгрузку только в определенном объеме). При поставке через центральный склад региональное представительство имеет возможность осуществлять отгрузку более широкого ассортимента продукции относительно небольшими партиями. В результате для филиала сокращается

потребность в содержании больших складских запасов однотипной продукции.

Кроме того, географическое расположение некоторых поставщиков относительно обособленных подразделений требует дополнительных транспортных расходов, которые превышают разницу в отпускных ценах управляющей компании и поставщика.

Очевидно, что структура спроса на продукцию различных поставщиков, а также на продукцию собственного производства компании в каждом филиале будет существенно отличаться в зависимости от тенденций и закономерностей развития региона, в котором присутствует обособленное подразделение компании (филиал).

Модель рыночного равновесия предполагает, что спрос на продукцию определенного поставщика предприятия падает при увеличении рыночной цены единицы продукции, а предложение, наоборот, растет при увеличении цены. Пересечение функций спроса и предложения дает точку равновесия, достигаемую путем постепенного сближения интересов продавцов и покупателей при определенном объеме реализуемой продукции и цене равновесия.

Однако эта модель не учитывает фактора регионального расположения филиала предприятия. Ведь в каждом регионе будет устанавливаться свое рыночное равновесие в зависимости от спроса и предложения данного региона. Кроме того, рассматривается предприятие с филиальной сетью, значит, региональные рынки будут связаны друг с другом.

Рассмотрим возможный переход от автономных региональных равновесий к общему равновесию двухрегиональной системы для исследуемого предприятия с филиальной сетью.

Пусть P – цена равновесия для реализации продукции с основного склада компании, p_i – цена равновесия для ре-

ализации продукции со склада *i*-го филиала компании, $C_{ком.i}$ – коммерческие затраты, включающие расходы на транспортировку при доставке единицы продукции с основного склада компании в *i*-ый филиал. Задача состоит том, чтобы определить объемы реализации продукции, межрегиональные поставки товаров, цены равновесия (P^* и p_i^*) в системе связанных региональных рынков.

Для определенности примем, что $p_i > P$. Тогда у предприятия возникает стимул для поставки продукции с основного склада в филиал компании с целью реализации его в другом регионе по более высокой цене.

Последствия отгрузки продукции в филиалы других регионов могут зависеть от соотношения разницы $(p_i - P)$ и коммерческих затрат на транспортировку $C_{ком.i}$.

Если получается, что $p_i - P < C_{ком.i}$, то межрегиональная торговля неэффективна, так как выигрыш на цене реализуемой продукции предприятия в филиале меньше транспортных затрат. В этом случае состояния равновесия филиалов на региональных рынков сохраняются такими же, как и при обособленном их функционировании.

Более интересен случай, когда $p_i - P > C_{ком.i}$. Тогда выгодно поставлять продукцию с основного склада компании в выбранный филиал, и на каждом региональном рынке установить новое равновесие. При этом $P^* > P$, $p_i^* < p_i$, вывоз продукции с основного склада предприятия в i-тый филиал будет равен ввозу продукции в i-тый филиал с основного склада (с обратным знаком): $E = -e_i$.

Таким образом, достигается переход от равновесия отдельных региональных представительств компании к общему равновесию двухрегиональной системы *i*-го предприятия.

Анализ эффективности деятельности предприятия необходим в качестве самостоятельного, автономного экономического исследования и обязателен при оценке устойчивости функционирования предприятия. Именно анализ помогает определить «скорость» движения системы к динамическому равновесию, сбалансированности, т. е. к устойчивости ее функционирования.

Необходимо отметить, что стратегия управления, основанная на данных исследованиях, также должна принимать во внимание не только изменения внешней среды: расширяющийся ассортимент продукции, появление новых технологий, усиления размывания границ между отраслями, развитие сетевых структур; но и выделять новые возможности для предприятия: рынки, на которые можно выйти, новые виды продукции, программы продвижения [3].

Для успешной деятельности компании необходимо задействовать все рычаги управления в различных управленческих звеньях с целью обеспечения эффективного достижения целей в условиях сохранения конкурентных преимуществ и оперативного реагирования на изменения внешней среды.

Список литературы

1. **Коротков** Э.М. Конкурентные позиции бизнеса. [Текст]/ Э.М. Коротков, Ю.Т. Шестопал, В.Д. Дорофеев. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 261с.
2. **Дайан** А. Промышленный маркетинг // Академия рынка. Маркетинг. / Пер. с фр. М.: Экономика, 1993.
3. **Олива** Р. Обзор маркетинга на рынке B2B. [Текст]/ Р. Олива. - Маркетинг-дайджест, 2004. № 2. С. 28–36.

Крашенинникова В.С.

ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

В статье рассматривается организация дорожного движения на примере Т-образного перекрёстка.

***Ключевые слова**: дорожное движение, организация дорожного движения, Т-образный перекрёсток.*

За последние несколько десятков лет количество транспортных средств на дорогах России заметно возросло. Каждый второй гражданин страны имеет автомобиль, а порой даже не один. Перегруженные транспортные пути и развязки, часовые «пробки» становится обычным явлением. Особенно остро это ощущается в крупных городах. Правительство РФ, казалось бы, выделяет много средств на развитие транспортной инфраструктуры, но всё же этого недостаточно. Дороги также пребывают в ненадлежащем виде. Движение загружено, а количество транспортных средств, несмотря ни на что, возрастает. Любые проблемы, возникающие в дорожном движении, тут же отражаются на каждом, кто в нём задействован.

Рост автомобильного парка и объема перевозок ведет к увеличению интенсивности движения, что в условиях городов с исторически сложившейся застройкой приводит к возникновению транспортной проблемы. Особенно остро она проявляется в узловых пунктах улично-дорожной сети. Здесь увеличиваются транспортные задержки, образуются очереди и заторы, что вызывает снижение скорости сообщения, неоправданный перерасход топлива и повышенное изнашивание узлов и агрегатов транспортных средств. На

пересечениях на одном уровне пропуск конфликтующих транспортных потоков осуществляется поочередно путем предоставления для одного из них приоритета в движении. При отсутствии средств регулирования (на равнозначных перекрестках) приоритет определяется известным правилом помехи справа. Установка дорожных знаков приоритета приводит к выделению главной и второстепенной дороги. Данные виды пересечений именуются как нерегулируемые. И, наконец, применение светофоров ведет к переменному приоритету, определяемому разрешающим сигналом - регулируемые пересечения. С ростом интенсивности транспортного потока на главной дороге возможности проезда перекрестка с второстепенных направлений ухудшаются. В ожидании приемлемого интервала водители вынуждены простаивать значительное время и нередко принимать интервалы меньшие, чем необходимо по условиям безопасности движения. Поэтому на перекрестке наряду с ростом транспортных задержек увеличивается количество ДТП. Введение светофорного регулирования ликвидирует наиболее опасные конфликтные точки, что способствует повышению безопасности движения. Вместе с тем появление светофора на перекрестке вызывает транспортные задержки и на главной дороге, порой весьма значительные, учитывая характерную для этой дороги высокую интенсивность движения и господствующее в настоящее время жесткое программное регулирование. Таким образом, введение светофорного регулирования является не всегда оправданным и зависит, прежде всего, от интенсивности движения конфликтующих потоков и от числа и тяжести ДТП.

Более подробно организацию дорожного движения на перекрёстке рассмотрим на примере Т-образного перекрёстка, расположенного в г. Самаре, пр. Масленникова – Ново-Садовая.

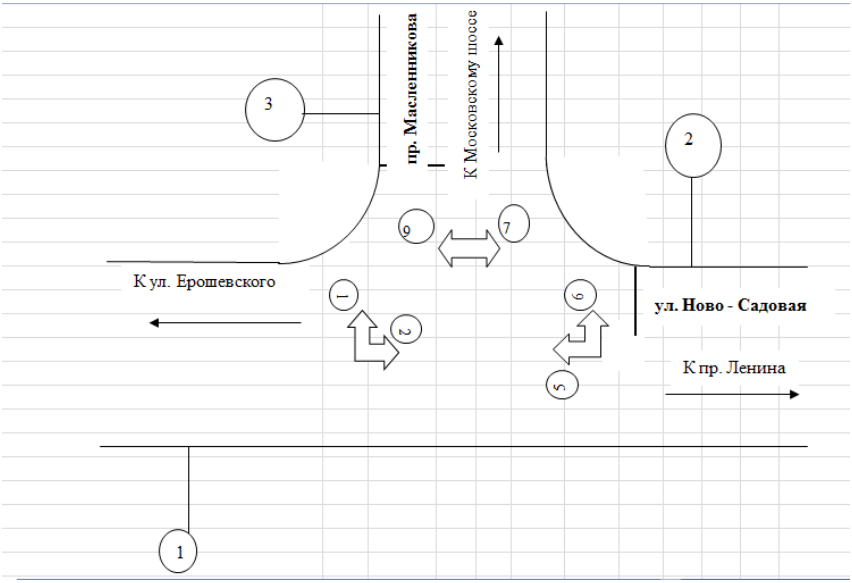


Рис. 1. Схема перекрёстка пр. Масленникова – ул. Ново-Садовая

Для регулирования дорожного движения на данном перекрёстке размещены светофоры: транспортные и пешеходные. Полный светофорный цикл составляет 97 секунд. На данном перекрёстке установлено 8 транспортных и 2 пешеходных светофора.

При организации дорожного движения особое внимание уделяется барьерным ограждениям. Дорожные ограждения - специальные металлические конструкции, необходимые для предотвращения съезда транспортных средств с проезжей части, падения с мостов, столкновения движущихся навстречу друг другу транспортных средств, предотвращение столкновений с опасными препятствиями на дороге, предупреждения выходов людей или животных на проезжую часть. На исследуемом перекрёстке, дорож-

ные ограждения присутствуют и находятся в надлежащем виде.

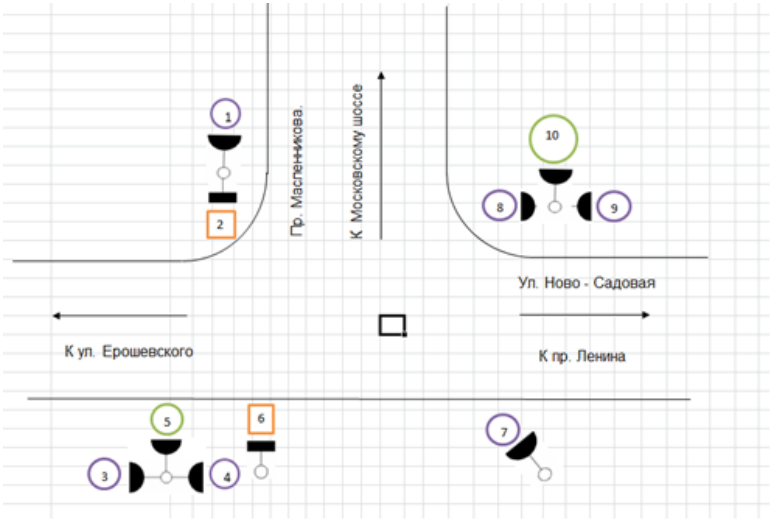


Рис. 2. Схема перекрёстка с учётом светофоров

Рис. 3. Транспортный светофор

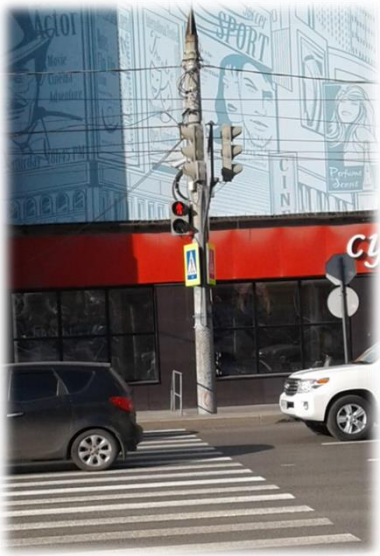


Рис. 4. Пешеходный светофор

Рис. 5. Дорожные ограждения

Рис. 6. Дорожные ограждения

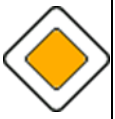
Также хотелось бы отметить, что на дороге присутствует дорожная разметка и пешеходный переход, что тоже является неуправляемыми средствами регулирования дорожного движения. Предназначением средств этой группы является обеспечение постоянного режима и порядка движения транспорта и пешеходов. Изменение порядка возможно лишь путём замены средства (нанесение новой разметки).

Рис. 7. Пешеходный переход

На перекрёстке отсутствуют средства принудительного замедления скорости («лежачий полицейский»). Рядом с перекрёстком располагается подземный переход, что снижает поток пешеходов. Остановки общественного транспорта так же расположены чуть дальше исследуемого перекрёстка.

На перекрёстке расположены следующие дорожные знаки:

Табл. 1. Дорожные знаки

№	Вид	Опора
5.19.1		Самостоятельная
2.1		Самостоятельная
4.1.1		Самостоятельная

Проектирование ОДД осуществляется на основании различных нормативных актов в области безопасности движения. Дорожное движение, в котором участвуют практически все население государства и миллионы автомобилей, играет важную роль в жизни современного общества.

В настоящее время управление дорожным движением невозможно без технических средств организации дорожного движения и обустройства автомобильных дорог. Постоянное увеличение мирового автомобильного парка поставило перед человечеством серьезные проблемы, связанные с предупреждением аварийности и одновременным обеспечением высоких скоростей движения. В связи с тем, что увеличение пропускной способности дорожных сетей значительно отстает от роста автомобилизации населения (расширение дорожной сети не всегда возможно, на некоторых участках), за счет внедрения более совершенных

средств и систем управления дорожным движением можно достичь значительного повышения эффективности их использования.

Рис. 8. Дорожные знаки

Список литературы

1. **Кукса** Н. Н. Технические средства организации дорожного движения. Учеб. пособие / Юж. - Рос. гос. техн. ун-т. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001.
2. **Кременец** Ю. А. Технические средства организации дорожного движения. Учеб. для вузов. М.: Транспорт, 2001.
3. **Горев** А.В., Олещенко Е.М. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения. - М.: Академия, 2006.
4. **Клинковштейн** Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения. - М.: Транспорт, 2002.

Тихонов А.Н., Соколова А.Н.

РАБОТА В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ ITSGIS

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

В статье рассматриваются интеллектуальные транспортные системы на примере ITSGIS. Приведена работа в ITSGIS: создание панорамного изображения с выбранным местоположением на перегоне, а также определение дислокаций дорожных знаков, остановочных пунктов, ограждений и освещения.

Ключевые слова: *Интеллектуальная транспортная система, транспортные средства, ITSGIS, перегон, опоры, панорама.*

Концепция управления транспортом, основанная на применении средств механизации, автоматизации и автоматизированного управления исчерпала себя [1]. Современным подходом реструктуризации и модернизации дорог должны стать качественно новые подходы, одним из которых является применение интеллектуальных транспортных систем (ИТС) [2]. Современное развитие транспортных систем состоит не столько в создании безопасного транспорта и строительства дорог, сколько в создании новых систем управления, новых технологиях, и в первую очередь ИТС.

Одним из реализованных больших европейских проектов был мюнхенский проект COMFORT, который координировал транспорт в центре города с учётом планировки сети автомагистралей в окрестностях города. При анализе проекта было констатировано, что начальные капиталовложения окупились через 2 года только благодаря уменьшению количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Количество наездов уменьшилось на 35%, количе-

ство ДТП с ранениями – на 30% и количество погибших – на 31%. [3]

Конкретными примерами реализации ИТС могут стать: [4]

- Торонто, Канада: 75 светофорных объектов управляются системой SCOOT. При сравнении с графиком временного управления время поездки снижается на 8%, количество остановок транспортных средств (ТС) уменьшается на 22%, и задержки ТС уменьшаются на 17%. В результате понижается расход топлива на 5,7%, что даёт положительный экологический эффект.
- Лос-Анджелес, Калифорния: Управляющая система LADOT включает 1170 светофорных объектов и 4590 детекторов, используемых для оптимизации процесса управления. Было достигнуто снижение потребления горючего на 13%, на 41% уменьшилось количество остановок ТС, и на 16% сократились потери времени.
- Чикаго, Иллинойс: Оптимизация движения общественного транспорта на основе ИТС OPAC. Проект основан на последовательном предоставлении преимущества автобусам на перекрестках, в результате чего повышается скорость движения автобусов на 25-50%.

«ITSGIS» – это геоинформационная система (ГИС) с многослойной электронной картой города, обеспечивающая работу с различными геообъектами городской инфраструктуры, специализированными геообъектами [5]

Для внесения изменений в ITSGIS необходимы исходные данные – для этого имеются несколько видеозаписей с регистратора и gps-трек. (рисунок 1)

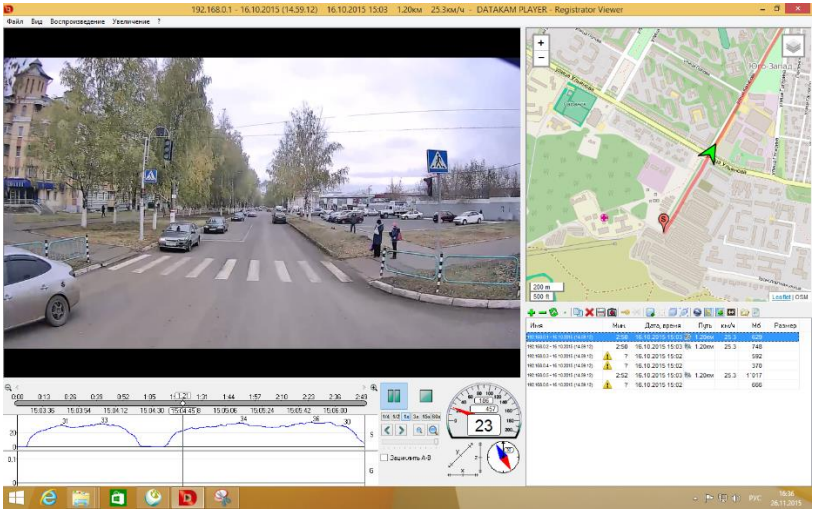


Рис. 1. Проигрывание видеозаписи с GPS-треком программой Registrator Viewer

Для постановки нового знака в системе необходимо указать:

- вид опоры;
- качество опоры;
- группировку;
- наличие консоли;
- номер знака;
- а также приложить фотографию.

Пример редактирования опоры знаков приведен на рисунке 2, а на рисунке 3 представлен итоговый вид.

Для редактирования ограждения необходимо задать характеристику:

- класс ограждения;
- назначение;
- группу;
- тип (по принципу работы);
- материал;

– длина и высота;
– количество секций;
– фотография.

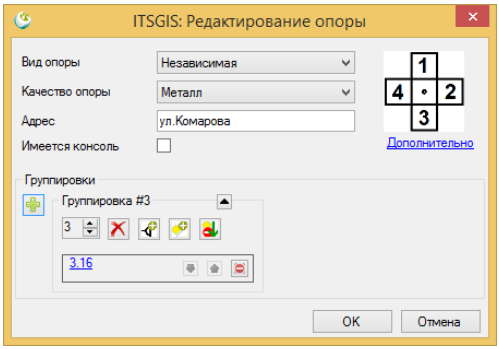


Рис. 2. Редактирование опоры знаков

Рис. 3. Итоговый вид опоры знаков

Пример редактирования ограждения приведен на рисунке 4.

Система позволяет изобразить геометрически верную постановку ограждения относительно дороги и бордюров. На рисунке 5 отображено красным и зеленым цветами изменение геометрии ограждения на улице Комарова.

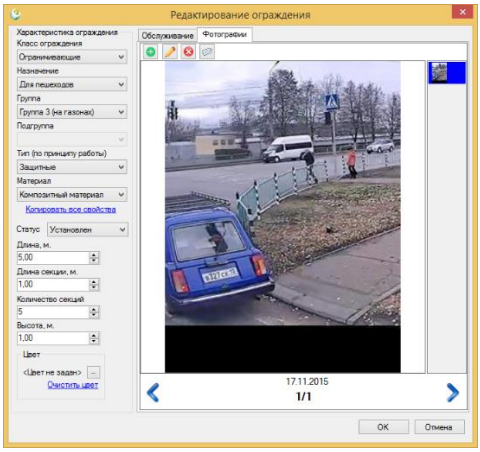


Рис. 4. Редактирование ограждения

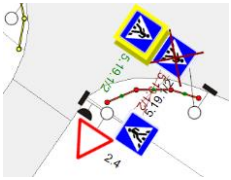


Рис. 5. Изменение геометрии ограждения

Для постановки опоры светофоров нужно указать данные аналогичные данным о знаках.

На рисунке 6 приведен пример постановки светофора на улице Комарова. В данном случае светофор установлен на одной опоре со знаками (рисунок 7).

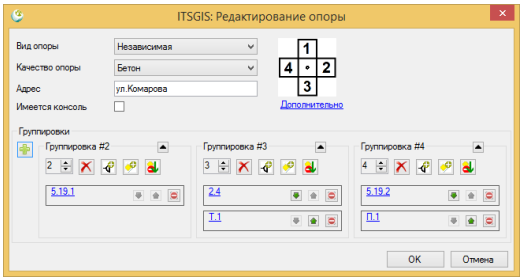


Рис. 6. Редактирование опоры светофора

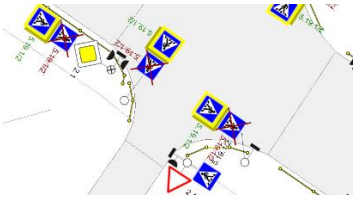


Рис. 7. Постановка светофоров на одной опоре со знаками

Для постановки фонарей в системе ITSGIS необходимо задать данные аналогичные данным о знаках. На рисунке 8 приведен пример редактирования опоры освещения.

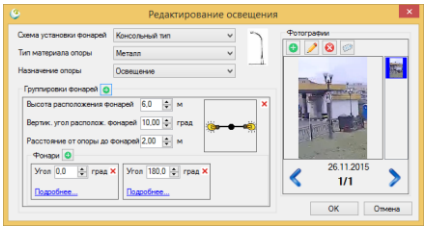


Рис. 8. Редактирование опоры освещения

На рисунке 9 значками черного цвета отображены фонари на АЗС по улице Комарова города Саранск.

Рис. 9. Освещение на АЗС по улице Комарова

Для создания панорамы необходимо открыть программу PTGui Pro. Далее добавлены фотографии по которым делали панораму и выстроены в ряд путём добавления контрольных точек (рисунки 10).

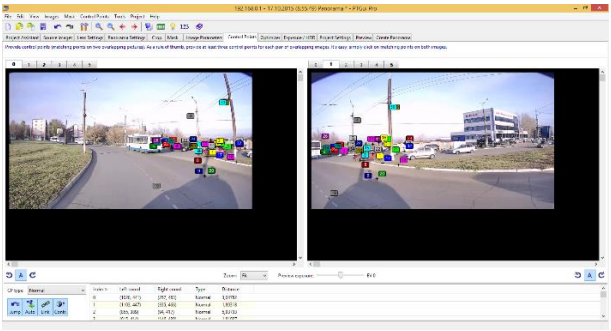


Рис. 10. Выделение контрольных точек

Из измененных фотографий составлена итоговая панорама. (рисунок 11).

Рис. 11. Итоговая панорама

Такие панорамы можно использовать в различных электронных картах.

Современные интеллектуальные транспортные систему учитывают такие важные факторы как распределенная информация и пространственные отношения. Благодаря им отношения всех участников транспортной инфраструктуры могут быть значительно упрощены. В частности, программа ITSGIS позволяет не только помочь водителям избежать заторов и аварий, но и самим организаторам дорожно-транспортной инфраструктуры рассчитать необходимое количество материалов и оборудования для благоустройства дорог без видимых на то усилий.

Интеллектуальные транспортные системы служат инструментом принятия решений в условиях большой сложности и больших объемов данных, что снижает трудоемкость работы дорожно-патрульной службы.

Панорамы удобны для обзора местности и полезны для использования в электронных картах.

Список литературы

1. **Ададуров** С.Е., Гапанович В.А., Лябах Н.И. Железнодорожный транспорт на пути к интеллектуальному управлению / С.Е. Ададуров, В.А. Гапанович, Н.И. Лябах // Ростов-на-Дону, 2010. 322 с.
2. **Савиных** В.П., Цветков В.Я. Развитие методов искусственного интеллекта в геоинформатике / В.П. Савиных, В.Я. Цветков // Транспорт Российской Федерации. 2010. № 5. С.41-43.
3. **Поляков** А.А., Цветков В. Я. Информационные технологии в управлении. / А. А. Поляков, В. Я. Цветков // М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2007. 138 с.4 Tsvetkov V.Ya. Dichotomous Systemic Analysis / V.Ya. Tsvetkov // Life Science Journal 2014. № 1(6). pp. 586-590.
4. **Цветков** В.Я. Интегральное управление высокоскоростной магистралью / В. Я. Цветков // Мир транспорта. 2013. № 5 (49). С. 6-9.6
5. **Интеллектуальные** транспортные системы / ITSGIS. – Режим доступа: http://itsgis.ru/.

Черноскулова О.О., Мащенко В.В.

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ITSGIS

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

В статье описывается разработка проекта организации движения для улицы Студенческой г. Саранска в геоинформационной среде ITSGIS. На карту дислоцированы: пешеходные ограждения, остановки общественного транспорта, искусственное освещение, дорожные знаки и светофоры.

Ключевые слова: *интеллектуальная транспортная система, дислокация, геоинформационная система, дорожный знак, светофор, освещение.*

Вопросы обеспечения безопасности дорожного движения решаются на федеральном уровне, тем не менее, на дорогах России ежегодно гибнет более 30 тысяч человек, прежде всего, из-за нарушения правил дорожного движения. Для борьбы с транспортными заторами, дорожно-транспортными происшествиями (ДТП) применяются различные меры. Одной из таких мер, уже доказавшей свою эффективность в международной практике, является внедрение интеллектуальных транспортных систем (ИТС). Подобные системы теперь разрабатываются и в России.

В целях создания отечественной ИТС создана глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС, которая является основой координатно-временного обеспечения РФ. ГЛОНАСС используется в различных областях социально-экономической сферы для навигации наземных, воздушных, морских, речных и космических средств, определения местоположения объектов [1].

ITSGIS – это геоинформационная система (ГИС) с многослойной электронной картой города (рисунок 1), обеспечивающая работу с различными геообъектами городской и транспортной инфраструктуры [2].

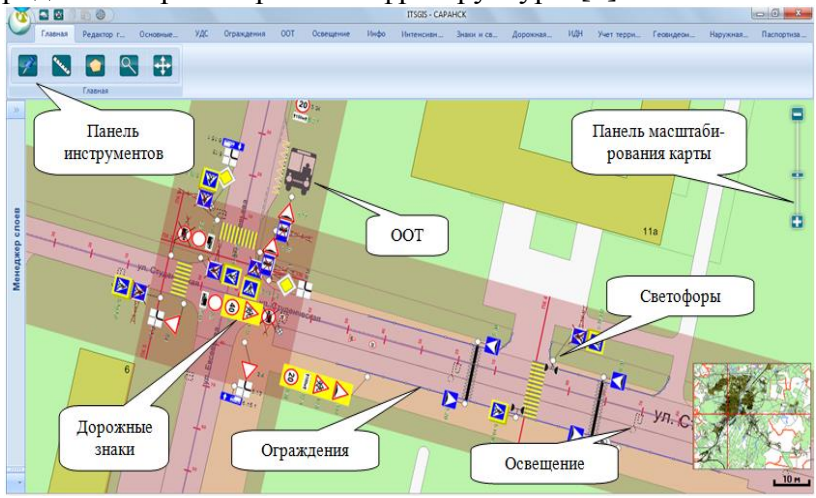


Рисунок 1 – Интерфейс ГИС *ITSGIS*

В системе организовано разграничение прав доступа пользователей на основе георолей: одним пользователям разрешен только просмотр информации, тогда как другие обладают правом модификации данных, причем права определяются как с учетом слоя доступа, так и области на карте.

Дополнительные программные модули (плагины) расширяют функциональность системы и позволяют работать со специализированными геообъектами – точечными, линейными и полигональными геометриями на электронной карте с прикрепленной к ним семантической информацией [3].

В статье рассматривается работа в системе ITSGIS, в которой определяется дислокация ограждений, остановок общественного транспорта, освещения, дорожных знаков и светофоров. Для местонахождения дислоцируемых объек-

тов используется видеозапись и *GPS*/ГЛОНАСС-трек, полученный в результате сбора данных передвижной лабораторией на Студенческой улице города Саранска [4].

Для воспроизведения видеозаписей используется программа *Datacam Player*. Функциональные возможности программы позволяют загрузить видеофайл и *GPS*-трек, наблюдать за перемещением автомобиля на карте во время воспроизведения видео (рисунок 2). Это позволяет достаточно точно определять дислокацию нужных объектов.

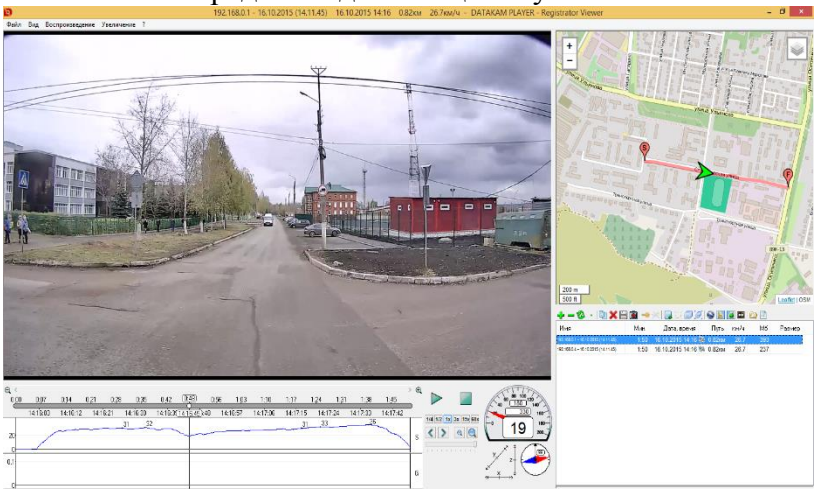


Рисунок 2 – Интерфейс программы *Datacam Player*

Все полученные сведения о местонахождении ограждений, остановок общественного транспорта, освещения, дорожных знаков и светофоров добавляется в базу данных (БД) ГИС ITSGIS.

Автоматизированная дислокация, редактирование и отображение на улично-дорожной сети пешеходных и транспортных ограждений обеспечивается плагином «ITSGIS. Дислокация ограждений» (рисунок 3).

Плагин «ITSGIS. Дислокация остановок» позволяет создавать и обрабатывать, вести учет на электронной карте

геообъектов транспортной инфраструктуры города – остановки общественного транспорта (рисунок 4).

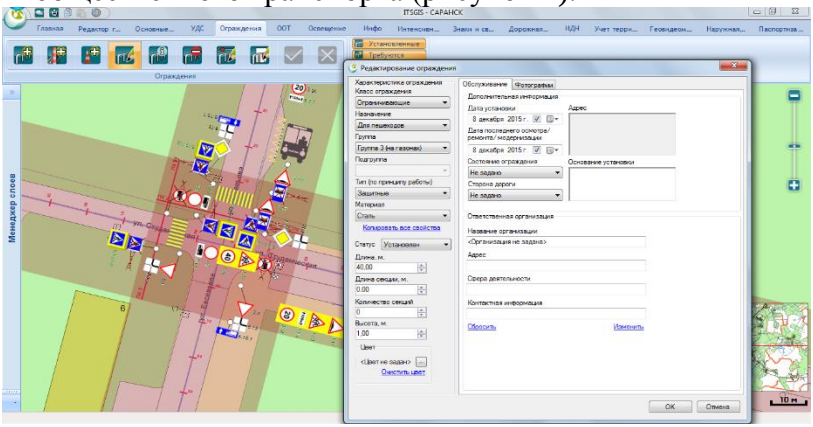


Рисунок 3 – Интерфейс плагина «Ограждения»

Плагин «ITSGIS. Дислокация освещения» предназначен для нанесения освещения (как точечных объектов на карте) и хранения связанной информации (фото, схем установки, типа опоры и т.п.). В окне «Редактирование освещения», показанном на рисунке 5, обозначается схема установки фонарей, тип материала опоры, высота и угол расположения фонарей, количество фонарей на опоре и их расположение относительно друг друга. Кроме этого существует возможность просмотра карты ночного города (рисунок 6).

Плагин «ITSGIS. Дорожные знаки и светофоры» дает возможность добавления опор с дорожными знаками и светофорами (как точечных объектов на карте), а также хранения атрибутивной информации (фото, ответственной организации, типа опоры и т.п.) [5]. На рисунке 7 представлен пример редактирования опоры.

Таким образом, геоинформационная система ITSGIS позволяет улучшить существующую ситуацию на дорогах, тем самым повышая безопасность дорожного движения. ГИС ITSGIS прогнозирует состояние дорог и определяет

возможные проблемные зоны в целях сокращения дорожно-транспортных происшествий.

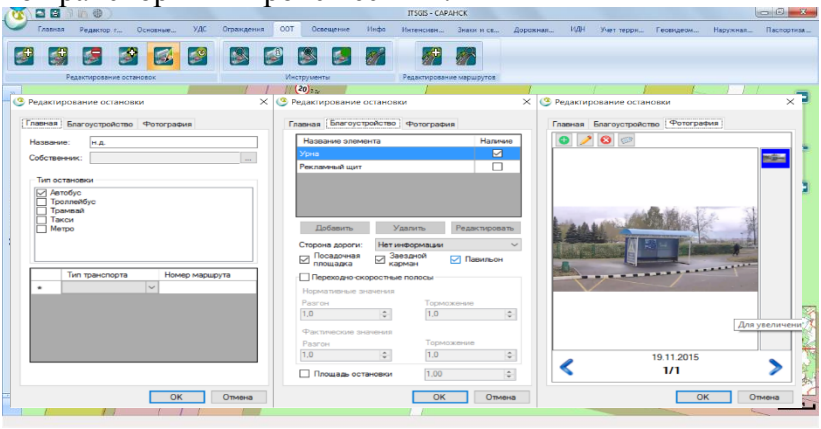


Рисунок 4 – Интерфейс плагина «ООТ»

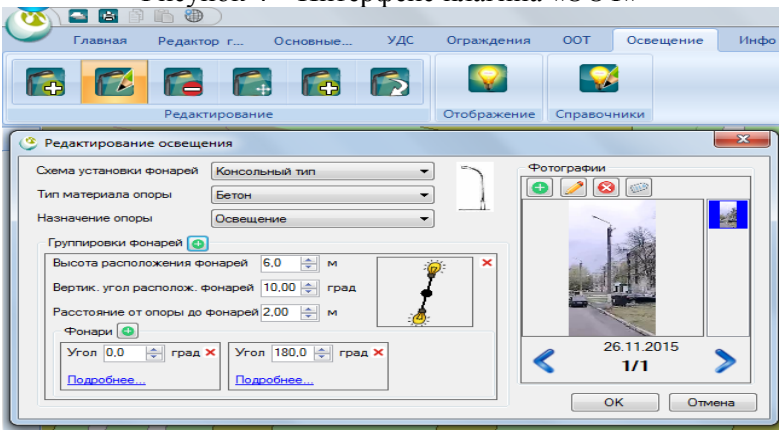


Рисунок 5 – Интерфейс плагина «Освещение»

Рисунок 6 – Освещение в светлое и темное время суток

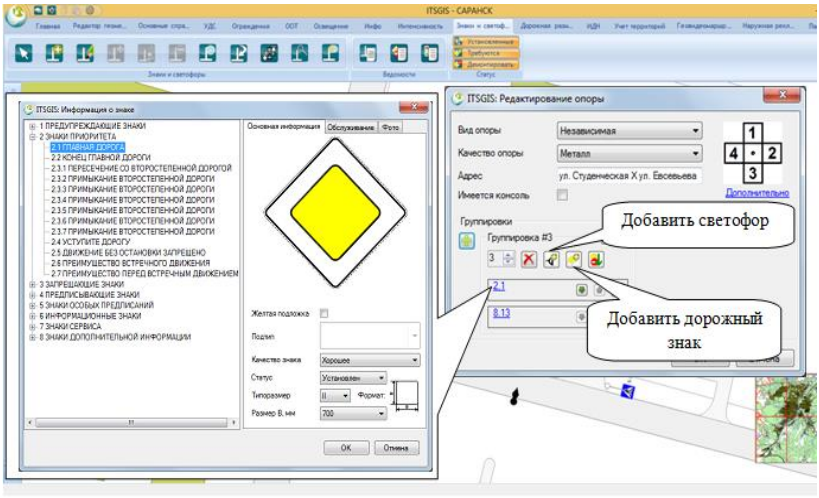


Рисунок 7 – Интерфейс плагина «Знаки и светофоры»

Список используемых источников

1. Материалы первого российского международного конгресса по интеллектуальным транспортным системам [Текст]/сост. М.П. Редин – М., 2009 – С. 18-25.
2. Михеева Т.И. Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем. – Самара : Самар. науч. центр РАН, 2008. – 380 с.
3. Геоинформационная система [Электронный ресурс]. – URL: http://itsgis.ru
4. Михеева Т.И., Ключников В.А., Головнин О.К. Методы и алгоритмы экспертизы объектов транспортной инфраструктуры // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6; URL: http://www.science-education.ru/120-16656.
5. Михеева Т.И. Интеллектуальная транспортная система. Дислокация дорожных знаков // Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия «Технические науки» №32. Самара: СамГТУ, 2005. С.53-63.

Фролова А.А.

ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ «ITSGIS»

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

В статье рассматривается внедрение интеллектуальных транспортных систем в мировой практике и в России, а также описывается процесс работы в геоинформационной системе «ITSGIS», подробно расписан процесс работы с электронной картой местности и нанесение на нее геообъектов инфраструктуры.

Ключевые слова: *Интеллектуальные транспортные системы, системы управления дорожным движением, геоинформационная система, «ITSGIS», геообъекты инфраструктуры, электронная карта.*

В современном мире роль транспорта, автомобильных перевозок грузов, общественного транспорта растет с каждым годом, поэтому необходим контроль и управление транспортными потоками, который обеспечит высокий уровень безопасности на дорогах, снизит аварийность и возможность чрезвычайных происшествий.

Внедрение ИТС носит стратегический характер, позволяет приспособиться к современной транспортной ситуации.

Интеллектуальная транспортная система (ИТС) – система, интегрирующая современные информационные, коммуникационные и телематические технологии, технологии управления и предназначенная для автоматизированного поиска и принятия к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортной системой региона (города, дороги), конкретным транспортным средством или группой транспортных средств, с целью обеспечения заданной мобильности населения, максимизации по-

казателей использования дорожной сети, повышения безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей транспорта

Важнейшей составляющей Автоматизированной Системы Управления Движением (АСУД) является система информирования участников движения, особенно глобально распространившаяся с развитием Интернет-сетей. В настоящее время значительная часть территории, например, США или Франции, охвачена информационными системами, передающими публике количественные данные о транспортных потоках в реальном времени.

Конкретными примерами реализации АСУД может стать Торонто, Канада: 75 светофорных объектов управляются системой SCOOT. При сравнении с отлично составленным графиком временного управления время поездки снижается на 8%, количество остановок транспортных средств уменьшается на 22%, и задержки транспортных средств уменьшаются на 17%. В результате этого понижается расход топлива на 5,7%, что даёт весьма положительный экологический эффект.

Стихийное развитие локальных и корпоративных систем формирует среду, когда интеграция в единую интеллектуальную транспортную систему России окажется технически невозможной.

Следует отметить, что в сегодня в России на государственном уровне не проработана стратегия развития как интеллектуально-информационных систем в целом и их основных компонентов, автоматизированных систем управления дорожным движением (АСУДД), так и других систем управления, интегрально входящих в систему обеспечения общественной безопасности. При этом эксплуатирующиеся в стране системы АСУДД в большинстве случаев относятся к системам «первого поколения», что объяс-

няется попыткой простейшими средствами регулирования добиться улучшения ситуации.

«ITSGIS» – это геоинформационная система (ГИС) с многослойной электронной картой города, обеспечивающая работу с различными геообъектами городской инфраструктуры (дома, дороги, дорожные знаки, светофоры, световые опоры, закрепленные территории, остановки общественного транспорта, транспортные маршруты и др.), специализированными геообъектами (ДТП, места концентрации ДТП, места работ, ведущихся на улично-дорожной сети, и др.).

«ITSGIS» предназначен для автоматизации работ, выполняющих функции учета объектов городской инфраструктуры на основе геоинформационной системы.

Для удобства работы с настольным приложением-клиентом разработан ленточный интерфейс. На основной рабочей области окна приложения расположена электронная карта города. На вкладке «Главная» имеются инструменты «Указатель», «Линейка», «Масштабирование», «Перемещение».

Рис. 1. Интерфейс программы

Выполнение работы в системе ITSGIS

Далее рассматривается процесс работы в системе ITSGIS. Выполняется работа по расстановке дорожных знаков, светофоров, освещения и ограждений на улице города Саранска.

Источником информации для работы в программе служит видеозапись улицы с шести сторон съемки. Для воспроизведения и удобного ориентирования в видеозаписях используется специальная программа, функционал которой позволяет проигрывать видео и одновременно видеть движение транспортного средства, что значительно упрощает навигацию и выбор места расположения объектов. Внешний вид программы и функциональные кнопки представлены на рисунке 2.

Затем, просматривая видеозапись, восстанавливалось реальное расположение дорожных знаков на карте в системе «ITSGIS».

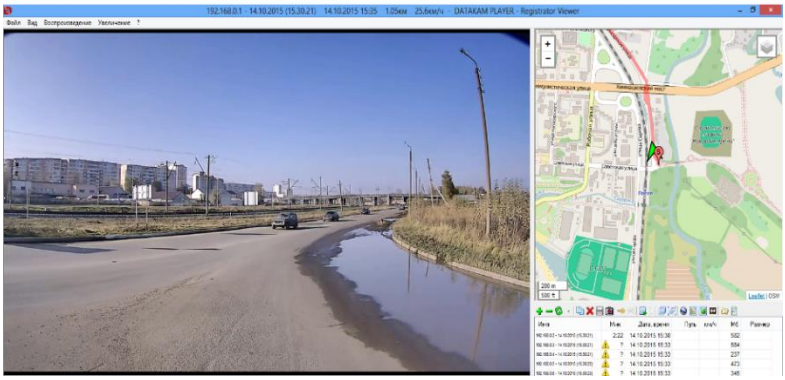


Рис. 2. Интерфейс проигрывателя

Алгоритм расстановки дорожных знаков:

1. Определение точного расположения знака или световой опоры относительно дорог, зданий и сооружений.

2. Выбор параметров опоры, на которую установлен знак или освещение, типа опоры, группировки знака расположение ламп освещения во всплывающем диалоговом окне. Пример выбора параметров представлен на рисунке 3 .

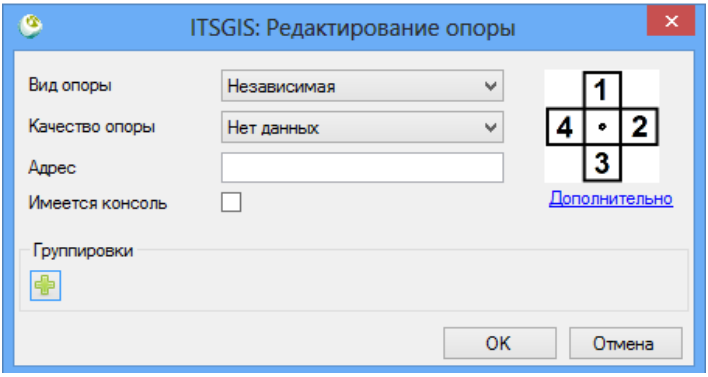


Рис. 3. Выбор параметров опоры и группировки дорожного знака

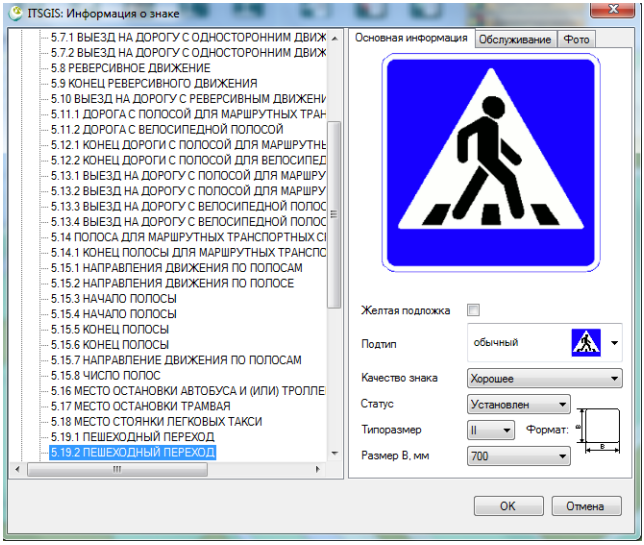


Рис. 4. Уточнение характеристик дорожного знака в системе «ITSGIS»

3. Представление информации о знаке, выбор типа знака и его характеристик (Рисунок 4).
4. Присвоение соответствующей фотографии дорожного знака и фонарей на световой опоре в их характеристиках. Пример на рисунке 5.
5. Ориентации дорожного знака и опоры освещения и окончательная постановка их на карте – рисунок 6.

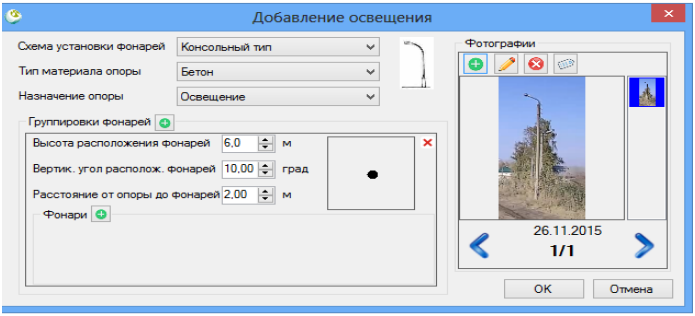


Рис. 5. Выбор параметров световой опоры и группировки фонарей освещения в системе «ITSGIS»

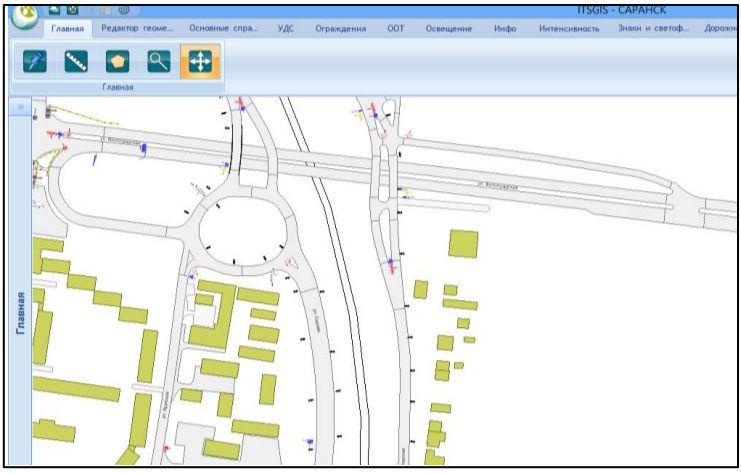


Рис. 6. Итог расстановки дорожных знаков и освещения в системе «ITSGIS»

Следующим этапом работы в системе «ITSGIS» является работа с панорамой. Панорама – это вид на местность, открывающийся с удобной для обзора точки, при этом, характеризуется как большой глубиной обозреваемого пространства, так и широким углом обзора.

Данный этап работы производился с помощью компьютерной программы PTGui Pro.

Алгоритм выполнения панорамы в программе:

1. В программу вводились фотографии участка дороги, снятые в один и тот же момент времени с шести разных углов (рисунок 7).

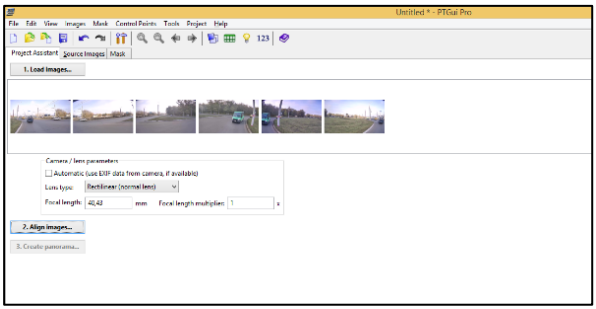


Рис. 7. Ввод исходных данных

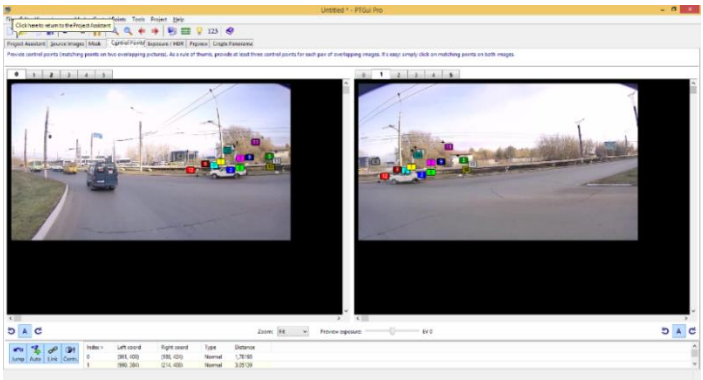


Рис. 8. Нанесение точек соответствия

2. На фотографиях с наличием одинаковых предметов создаются метки, для определения точек соответствия, по которым в дальнейшем происходит стыковка отдельных фрагментов (Рисунок 8).
3. Затем программа автоматически собирает панораму, используя введённые точки соответствия. Рисунок 9.

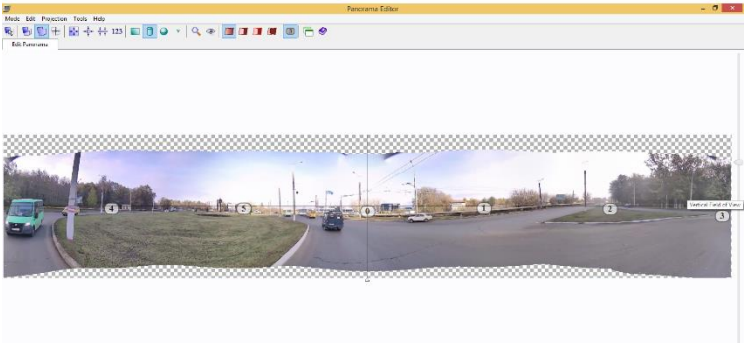


Рис. 9. Создание панорамы

Список литературы

1. **Михеева** Т.И., Ключников В.А., Головнин О.К. Методы и алгоритмы экспертизы объектов транспортной инфраструктуры // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – URL: http://www.science-education.ru/120-16656.
2. **Материалы** Первого Российского Международного Конгресса по Интеллектуальным Транспортным Системам [текст]/сост. М.П.Редин – М., 2009 – С. 18-25.
3. **Материалы** 15-го Всемирного Конгресса по ИТС «Связи ИТС: Экономия Времени, Спасение Жизней» [Текст]/сост. Д.Браун – Нью-Йорк, 2008 – С. 48-52.

4. **Головнин** О.К., Сидоров А.В., Михайлов Д.А. Поддержка принятия решений автоматической дислокации геообъектов транспортной инфраструктуры // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 4 (2). – С. 413–418.
5. **Геоинформационная** система [Электронный ресурс]. – URL: http://old.itsgis.ru/
6. **Официальный** сайт компании SWARCO [Электронный ресурс]. – Режим доступа: swarco.com/russia-ru/Примеры-ИТС-проектов

Баранова М.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

В статье рассматривается интенсивность транспортного узла, содержащего перекресток ул.Агибалова – ул.Красноармейская, проводится подсчет интенсивности транспортных и пешеходных потоков в транспортных и приведенных единицах. Для более объективной оценки подсчет проводится в «пиковые» дни недели.

Ключевые слова: *интенсивность, транспортные и пешеходные потоки.*

Интенсивность движения – количество транспортных средств в единицу времени. За единицу времени принимают : минуту, час, год, сутки. Интенсивность может быть в приведённых единицах: каждому виду транспортного средства ставится коэффициент привидения в соответствии легковому автомобилю. Коэффициент приведения

зависит от скорости прохождения транспортного средства через сечение дороги, в котором проводится измерение.

Для получения часовой интенсивности на заданном перекрестке, в каждой из четырех точек перекрестка в течение 15 минут подчитывается величина транспортного потока, движущегося по трем направлениям относительно точки наблюдения: направо, прямо и налево, и количество пешеходов. Затем данные сводятся в таблицу, распределяющую их по видам транспорта, направлениям и времени проведения подсчета

Для получения часовой интенсивности умножаем каждое число таблицы на четыре. Получим интенсивность в транспортных единицах.

Для получения интенсивности в приведенных единицах умножим интенсивность каждого вида транспорта на соответствующий ему коэффициент приведения.

Для получения суточной среднегодовой интенсивности поделим перекресток на 4 сечения и посчитаем интенсивность каждого сечения, используя интенсивность в приведенных единицах.

Для непосредственного получения суточной среднегодовой интенсивности воспользуемся формулой:

$$N_{сут}=(4*N_{ч})/(k_t*k_н*k_г*365),$$

где $N_ч$ – интенсивность сечения;

k_t – коэффициент, учитывающий время, когда был проведен подсчет, $k_t = 0{,}055$ для интервала 8.00 – 10.00;

$k_н$ - коэффициент, учитывающий день недели, когда был проведен подсчет, $k_н = 0{,}14$ для понедельника;

$k_г$ - коэффициент, учитывающий месяц, когда был проведен подсчет, $k_г = 0{,}11$ для сентября.

Первый подсчет проведем утром. Больший поток машин наблюдается в период с 7:30 до 9:00. Подсчет потока пешеходов и транспортных средств проведем в четверг.

Для этого расчета возьмем следующие коэффициенты: k_t =0,06 $k_н$ =0,145 $k_г$ = 0,11. Получим следующие данные (табл. 1).

Табл. 1.

Часовая интенсивность в сечениях перекрёстка	
сечение 1 (1+2+3+6+8+10)	358
сечение 2 (4+5+6+9+11+1)	308
сечение 3 (7+8+9+12+2+4)	502
сечение 4 (10+11+12+3+5+7)	294
Суточная среднегодовая интенсивность	Nсут=4*Nч/(Kt*Кг*Кн*365)
сечение 1	4099,569144
сечение 2	3527,003621
сечение 3	5748,557851
сечение 4	3366,685275
Общая интенсивность	16741,81589

Второй подсчет проведем днем в период с 14:00 до 16:00. Подсчет потоков проведем в понедельник.

Для этого расчета возьмем следующие коэффициенты: kt=0,065 kн=0,14 kг= 0,11. Получим следующие данные (табл. 2-3).

Табл. 2.

Суточная среднегодовая интенсивность	Nсут=4*Nч/(Kt*Kг*Kн*365)
сечение 1	3689,461224
сечение 2	2945,000205
сечение 3	3875,576478
сечение 4	2868,364512
Общая интенсивность	13378,40242

Табл. 3.

Часовая интенсивность в сечениях перекрёстка	
сечение 1 (1+2+3+6+8+10)	337
сечение 2 (4+5+6+9+11+1)	269
сечение 3 (7+8+9+12+2+4)	354
сечение 4 (10+11+12+3+5+7)	262

Третий подсчет проведем вечером в период с 17:30 до 19:00. Подсчет потоков проведем в четверг.

Для этого расчета возьмем следующие коэффициенты: kt=0,055 kн=0,145 kг= 0,11. Получим следующие данные (табл. 4-5).

Табл. 4.

Часовая интенсивность в сечениях перекрёстка	
сечение 1 (1+2+3+6+8+10)	343
сечение 2 (4+5+6+9+11+1)	180
сечение 3 (7+8+9+12+2+4)	397
сечение 4 (10+11+12+3+5+7)	204

Табл. 5.

Суточная среднегодовая интенсивность	Nсут=4*Nч/(Kt*Kг*Kн*365)
сечение 1	4284,872168
сечение 2	2248,620963
сечение 3	4959,458457
сечение 4	2548,437091
Общая интенсивность	14041,38868

График интенсивности примет следующий вид (рис. 1-2).

Проанализировав диаграммы транспортных и пешеходных потоков, можно сделать выводы: во время всего периода подсчета транспортного потока сечение 4 (ул. Агибалова к Комсомольской площади) имеет большую интенсивность транспортных средств относительно двух других.

В утренний период на сечение 3(ул.Красноармейская к ул.Спортивная) наблюдается более высокая интенсивность пешеходного потока; в дневной и вечерний период большая интенсивность на сечении 1(ул. Красноармейская к ул. Никитинская).

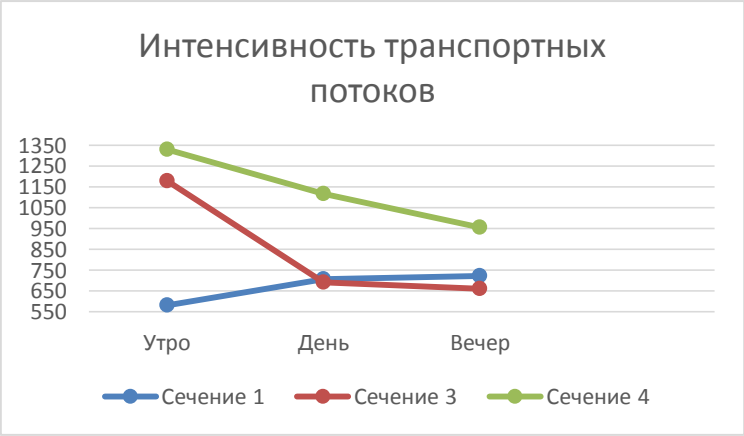


Рис. 1. Интенсивность транспортных потоков

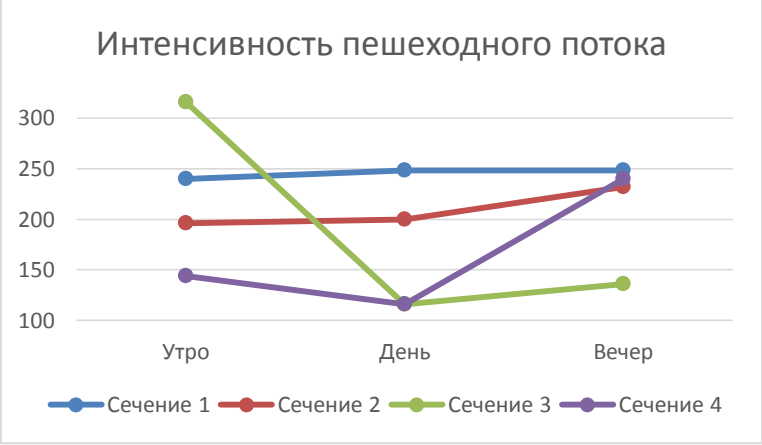


Рис. 2. Интенсивность пешеходных потоков

Молчанова А.И., Ямщикова А.Н.

УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМИ ПРОЦЕССАМИ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ С ПОМОЩЬЮ СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

В данной статье поднимается актуальность проблемы увеличения интенсивности движения. Рассматривается понятие светофорного объекта. На примере показывается расчет светофорного цикла.

Ключевые слова: *Светофорное регулирование, структура светофорного цикла, расчет светофорного цикла.*

В современном мире с каждым годом все больше получает развитие такой процесс как автомобилизация; постоянно увеличивается автомобильный парк, число участвующих в дорожном движении людей. Возрастание количества автомобильных средств передвижения и рост объема перевозок приводит к увеличению интенсивности дорожного движениях [1], что в свою очередь способствует возникновению транспортных проблем. Наиболее остро они проявляются в узлах улично-дорожной сети [2], где увеличиваются транспортные задержки, образуются заторы.

Чтобы обеспечить эффективное и безопасное движение в городе, необходимо применить целый комплекс мероприятий архитектурно-планировочного и организационного характера [3]. К архитектурно-планировочным мероприятиям можно отнести строительство новых улиц, реконструкцию существующих улиц, строительство транспортных пересечений на разных уровнях, пешеходных переходов и некоторые другие.

При реализации мер организационного характера особая роль принадлежит внедрению технических средств: дорожных знаков и ограждений, дорожной разметки, средств светофорного регулирования, направляющих устройств. Во многом эффективность функционирования транспортной системы города определяется режимами светофорного регулирования на перекрестках. При этом светофорное регулирование является одним из основных средств обеспечения безопасности дорожного движения и регулирования транспортных и пешеходных потоков [4,5].

Внедрение светофорного объекта является многостадийным процессом. Чтобы выяснить является ли установка светофора на данном перекрестке обоснованной, проводится предпроектное транспортное обследование. Также при таком обследовании выявляются недостатки существующей схемы организации движения на перекрестке. В самом начале проектирования необходима подготовка схемы светофорного объекта, на которой определяется расстановка технических средств.

Рассмотрим более подробно светофорный объекты, светофоры и светофорные циклы.

Светофорный объект - группа светофоров, установленных на участке дорожной сети, очередность движения по которому конфликтующих транспортных потоков или транспортных и пешеходных потоков регулируется светофорной сигнализацией.

Дорожный светофор - светосигнальное устройство, применяемое для регулирования очередности пропуска транспортных средств и пешеходов, а также для обозначения опасных участков дорог.

Цикл регулирования - периодически повторяющаяся совокупность всех фаз светофорного регулирования.

Фаза регулирования - совокупность основного и следующего за ним промежуточного такта в цикле светофорного регулирования.

Такт регулирования - период действия определенной комбинации светофорных сигналов. Такты могут быть основными и промежуточными. Во время основного такта движение транспорта и/или пешеходов в определённых направлениях разрешается. Промежуточный такт необходим для того, чтобы начатые во время основного такта маневры были завершены, при этом въезд на перекресток новому транспорту запрещен.

Предназначение светофоров состоит в поочередном пропуске участников движения через некоторый участок дорожно-транспортной сети, а также в обозначении опасных участков дорог. Светофоры могут применятся для управления движением в конкретном направлении либо по отдельным полосам этого направления. Например, в местах, где встречаются транспортные, или транспортные и пешеходные потоки, или по полосам, где направление движения может сменится на противоположное.

Светофорные объекты устанавливаются на пересечениях автомобильных дорог. При значительном удалении таких объектов друг относительно друга этот способ регулирования показывает хорошие результаты. Но для этого необходимыми условиями являются небезосновательная установка светофора в конкретном месте, а также оптимальный режим его работы, который зависит от объемов транспортного и пешеходного движения.

Классифицировать светофоры можно по:

1. функциональному назначению
   - транспортные,
   - пешеходные;
2. конструктивному исполнению
   - односекционные,

- двухсекционные,
- трехсекционные,
- трехсекционные с дополнительными секциями;

3. роли, выполняемой в процессе управления движением
   - основные,
   - дублеры,
   - повторители;

Управление светофорными циклами может быть:

- жесткое – не зависит от интенсивности движения,
- адаптивное - программы зависят от интенсивности движения

Светофорное регулирование может быть:

- ручным (с использованием контроллера);
- автоматизированным (с применением табло вызывного пешеходного);
- автоматическим (контроллер работает по заданной программе или в адаптивном режиме под управлением ЭВМ).

Порядок включения сигналов, их вид и значение, принятые в России, соответствуют Конвенции о дорожных знаках и сигналах. Сигналы чередуются в следующей последовательности: красный - красный с желтым - зеленый - желтый и далее цикл повторяется. Допускается последовательность включения сигналов: красный - зеленый - желтый - красный, если светофорный объект не включен в систему координированного управления движением.

Чтобы проинформировать водителей и пешеходов о оставшемся до окончания горения красного или зеленого сигнала времени, допускается применение цифрового индикаторного табло. В дополнение к светофорной сигнализации, на пешеходных переходах, которыми пользуются слепые и слабовидящие люди, рекомендуется применение

звуковой сигнализации, которая работает в одном режиме с пешеходными светофорами.

Структура светофорного цикла.

В структуру светофорного цикла входят все светофорные фазы, которые работают в определённой последовательности и с определённой периодичностью. Поскольку в зависимости от времени суток, дня недели, сезона интенсивность транспортных потоков может изменится, возникает необходимость в периодическом изменении режима светофорного регулирования.

Также эффективность светофорного регулирования обеспечивается только при условии обоснованной установки светофорного объекта и оптимальных параметров его работы: цикла, фазы, такта.

Структура светофорного цикла и его длительность, рассчитываются в зависимости от:

- интенсивности транспортного и пешеходного движения на перекрёстке
- от его пропускной способности
- других характеристик дорожного пересечения.

Расчет длительности светофорного цикла производится при помощи сложных алгоритмов и формул с учётом большого количества показателей.

Наиболее эффективным является светофорный цикл, в котором каждый такт имеет минимально необходимую продолжительность. Именно такая структура светофорного цикла способна обеспечить бесперебойное движение транспорта, отсутствие затора и безопасность пешеходного перехода проезжей части.

Натурным способом были собраны данные о светофорном цикле на перекрестке пр. Масленникова – ул. Подшипниковая в г. Самара. Был проведен замер длительности тактов светофора (основных и промежуточных) этого перекрестка. Каждому светофору был присвоен номер, а

затем данные были занесены в таблицу посекундно. Рассмотрен только один цикл.

- Красный – к;
- Зеленый – з;
- Желтый – ж;
- Зеленый мигающий – з/м.

Создается схема данного перекрестка с обозначение существующих светофоров, чтобы более наглядно отобразить светофорный цикл (рис. 1).

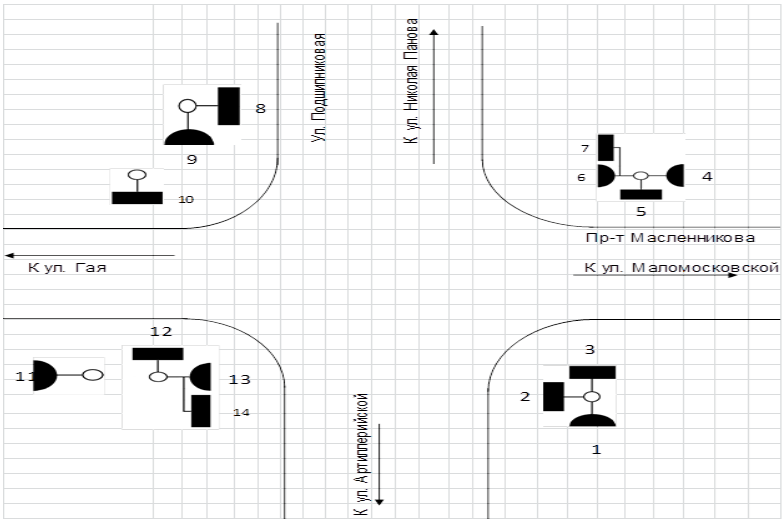


Рис. 1. Схема перекрестка с обозначением существующих светофоров

Данные о светофорном цикле отобразим в таблице (рис. 2).

светофор \ сек	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Тр. 4, 6, 11, 13	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	ж	ж
Тр. 1, 9	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з/м	з/м	з/м	ж	ж
Пеш. 2, 7, 8, 14	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к
Пеш. 3, 5, 10, 12	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з/м	з/м	з/м		

	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	ж	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з
	ж	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к
	к	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з
		к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к

46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
з	з	з	з	з	з	з	з	з	з/м	з/м	з/м	ж	ж	ж
к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	ж	ж	ж
з	з	з	з	з	з	з	з	з	з/м	з/м	з/м			
к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к

ничего не горит

Рис. 2. Светофорный цикл

В настоящее время расчет светофорного цикла на практике не выполняется вручную. Эта непростая задача поручается специальным программам, которые позволяют улучшить режимы работы светофоров, подсчитать оптимальные значения для длительности цикла и фаз при раз-

нообразных данных об интенсивности транспортного движения в различных направлениях.

Список литературы

1. **Михеева** Т.И. «Структурно-параметрический синтез интеллектуальных транспортных систем» / Самара: Самар. науч. центр РАН, 2008. 380 с.
2. **Цариков** А.А. Развитие методов расчета регулируемых узлов на улично-дорожной сети города / Цариков А.А. // издательство УГЛУ – 2010
3. **Бабков** В.Ф. Влияние элементов плана и профиля на транспортные качества дорог и безопасность автомобильного движения/ Бабков В.Ф. // Минавтошосдор РСФСР, БТИ. Обзорная информация «Инженерное обеспечение безопасности движения на дорогах» - 1967.
4. **Сильянов** В.В. «Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения»/ Учебник.– М.: Транспорт, 1977. – 303 с.
5. **Бируля** А.К. Эксплуатация автомобильных дорог/ Бируля А.К. // «Транспорт» - 1966.

***Ермаков С.Н., Бугаков А.И., Зеленко Л.С., Го*ловнин О.К.**

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ОБЛАКА ОСОБЫХ ТОЧЕК ВИДЕОЗАПИСЕЙ

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)
Компания «Интелтранс»

В статье рассматриваются возможности автоматизированной системы по поиску и демонстрации особых точек видеозаписи. Си-

стема работает в двух режимах: первый – обнаружение особых точек видеозаписи, второй – демонстрация видеозаписи с наложением найденных точек.

Ключевые слова: *особая точка, видеозапись, облако точек, компьютерное зрение.*

Введение

В настоящее время активно развивается и применяется технология «компьютерного зрения». Выявление дефектов на производстве, 3D-моделирование, автоматизация управления – вот несколько примеров применения технологии «компьютерного зрения», которая позволяет вычленять информацию из окружающего мира, в частности, из видеозаписей.

Процесс автоматизации получения необходимых данных из видеозаписи имеет *практическую значимость*, так как позволяет существенно сократить время, затрачиваемые на анализ данных, а также увеличить качество результатов при грамотном подборе алгоритмов. Разработка данной системы является *актуальной*, так как она позволит на основе входной видеозаписи заданного формата и качества получать облако точек с заданными характеристиками.

1. *Основные свойства особых точек*

Компьютерное зрение – теория, методы, алгоритмы и технологии создания электронных устройств, которые могут производить обнаружение объектов, их отслеживание и классификацию [1]. Информация об объектах может быть получена из различных изображений (изображения с видеокамер, видеопоследовательности), или из трехмерных данных, записанных, например, на устройстве Kinect или медицинском сканере.

Облако точек (набор вершин в двумерной или трёхмерной системе координат) чаще всего создается 3D-

сканерами, которые в автоматическом режиме замеряют точки на поверхности сканируемого объекта и генерируют облако точек. Другим способом создания облака точек является их обнаружение и последующий анализ по исходной видеозаписи. На рисунке 1 приведен пример облака особых точек, обнаруженных на фотографиях.

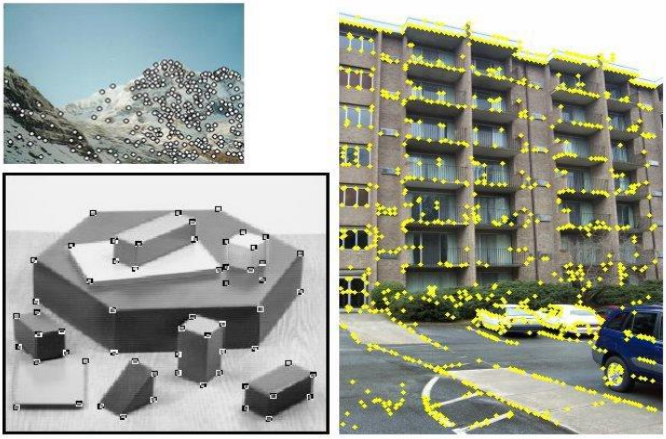


Рис. 1. Примеры особых точек, обнаруженных на фотографиях

В 1992 Haralick и Shapir выделили следующие требования к особым точкам в виде следующих свойств [2]:

- *инвариантность* (invariance) – определение особой точки должно быть независимо к аффинным преобразованиям;
- *стабильность* (stability) – определение особой точки должно быть устойчиво к шумам и ошибкам;
- *уникальность* (uniqueness) – кроме локальной отличимости, особая точка должна обладать глобальной уникальностью для улучшения различимости повторяющихся паттернов;

- *отличимость* (distinctness) – особая точка должна явно выделяться на фоне и быть отличимой (уникальной) в своей окрестности;
- *интерпретируемость* (interpretability) – особые точки должны определяться так, чтобы их можно было использовать для анализа соответствий и выявления интерпретируемой информации из изображения.

Tuytelaars и Mikolajczyk (2006) выделили следующие свойства особых точек [3]:

- *повторяемость* (repeatability) – особая точка находится в одном и том же месте сцены или объекта изображения, несмотря на изменения точки обзора и освещённости;
- *отличительность / информативность* (distinctiveness/informativeness) – окрестности особых точек должны иметь большие отличия друг от друга, так, чтобы возможно было выделить и сопоставить особые точки;
- *локальность* (locality) – особая точка должна занимать небольшую область изображения, чтобы быть уменьшить вероятность чувствительности к геометрическим и фотометрическим искажениям между двумя изображениями, снятых в различных точках обзора;
- *количество* (quantity) – число обнаруженных особых точек должно быть достаточно большим, так чтобы их хватило для обнаружения даже небольших объектов;
- *точность* (accuracy) – обнаруженные особые точки должны точно локализовываться, как в исходном изображении, так и взятом в другом масштабе;

– *эффективность* (efficiency) – время обнаружения особых точек на изображении должно быть допустимым в критичных по времени приложениях.

2. *Математические основы решения задачи поиска особых точек*

Процесс распознавания видеозаписи для нахождения на ней особых точек представляет собой разбиение видеозаписи на кадры и последующий анализ соседних кадров. Кадры представляют собой некие изображения. Поэтому задача анализа целой видеозаписи сводится к анализу и сопоставлению изображений. Процесс распознавания и сопоставления особых точек на изображении происходит в 3 основных этапа.

1. На первом этапе применяются детекторы особых точек (feature point detection). Их основная работа заключается в нахождении особых точек на изображении, например, углов (corners), капель (blobs) и т.д.

2. На втором этапе каждая найденная особая точка на первом этапе подвергается анализу с помощью дескриптеров (feature description). Основная задача дескриптеров – описать окрестность каждой точки набором параметров.

3. На третьем этапе происходит сопоставление особых точек на двух соседних кадрах видеозаписи (feature matching). Для определения равенства точек используют характеристики точек, полученные на втором этапе.

После завершения всех трех этапов получаются облако особых точек видеозаписи.

2.1. Детекторы особых точек

Существуют множество алгоритмов определения особых точек, основанные на определении краев, углов, капель. Наибольшее распространение получили угловые детекторы, такие как: детектор Моравеца (Moravec, 1977), детектор Харриса (Harris and Stephens detector, 1988), алгоритм FAST (Features from Accelerated Segment Test), предложенный Ростен и Драммонд (Edward Rosten and Tom Drummond, 2005). При реализации системы использованы детекторы FAST, SIFT, AKAZE.

2.2. Дескрипторы особых точек

Входными данными дескриптора является изображение и набор особых точек, выделенных на заданном изображении, а на выходе – множество векторов признаков для исходного набора особых точек. При реализации системы использованы дескрипторы SURF, SIFT и LATCH

2.3. Сопоставление особых точек

Сопоставление особых точек на кадрах – это процесс поиска и объединения дескриптеров особых точек на изображении. Алгоритм сопоставления заключается в простом переборе точек на изображениях и нахождении эквивалентных с учетом критерия наименьшего расстояния между ними. Можно улучшить текущий алгоритм путем изменения критерия на отношение расстояний 1 наиболее близкого ко 2 наиболее близкому:

$$k := \frac{D_1}{D_2},$$

где D_1 – расстояние до первого ближайшего,

D_2 – расстояние до второго ближайшего.

Такая метрика качества совпадений лучше различает множество корректных и ложных совпадений.

3. *Структурная схема системы*

Пи проектировании авторы разделили систему на следующие подсистемы (рисунок 2):

- *подсистема настройки* параметров обработки видеозаписей, отвечающая за подбор дескрипторов и детекторов для дальнейшей обработки;
- *подсистема обработки видеозаписей*, которая выполняет работу дескрипторов и детекторов обработки, задачу сопоставления особых точек на разных кадрах;
- *файловая подсистема*, которая отвечает за хранение результатов обработки видеозаписей;
- *подсистема визуализации*, в состав которой входят:
- подсистема воспроизведения видео;
- подсистема вывода особых точек;
- подсистема отображения особых точек поверх видеозаписи;
- *справочная подсистема*, которая содержит сведения о системе (руководство пользователя) и о ее разработчиках.

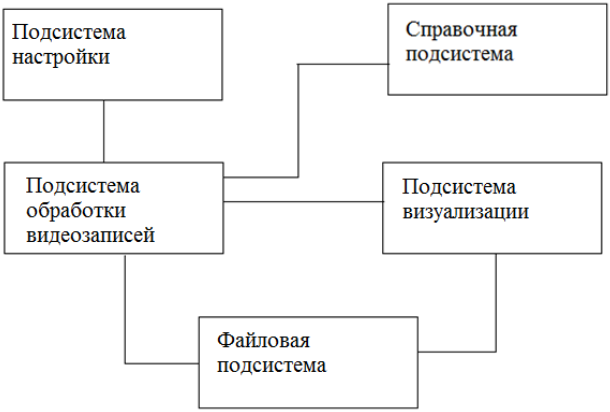


Рис.2. Структурная схема системы

4. *Функциональные возможности системы*

Система реализована на языке C# в программной среде Visual Studio 2012 и может функционировать в операционной среде Windows 7, 8.1.

Система работает в двух режимах: первый – обнаружение особых точек видеозаписи, второй – демонстрация видеозаписи с наложением найденных точек.

Для первого режима пользователь должен выбрать файл видеозаписи, алгоритмы для работы детектора и дескриптора, и нажать кнопку «Start» (рисунок 3), после этого программа, используя данные настройки, произведет обнаружение и сопоставление особых точек. При необходимости пользователь может сохранить полученные данные в файл формата *.vpcf.

Во втором режиме пользователь должен загрузить ранее сохраненное облако точек вместе с видеозаписью, в этом случае программа наложит облако точек на видеозапись в соответствии с хронометражем (рисунок 4).

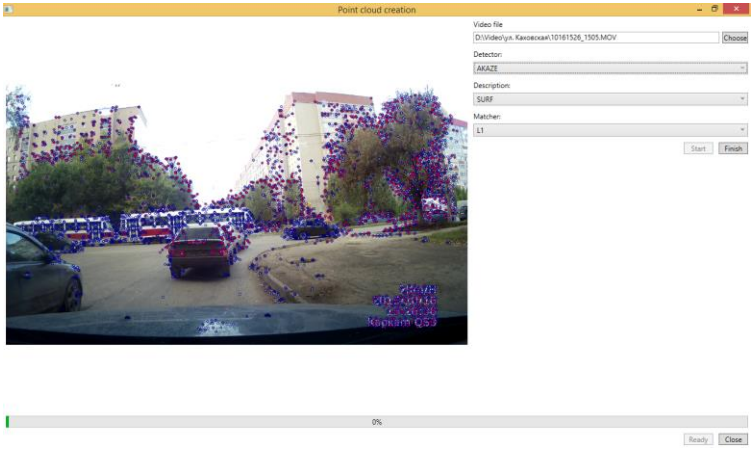


Рис. 3. Экранная форма генерации особых точек

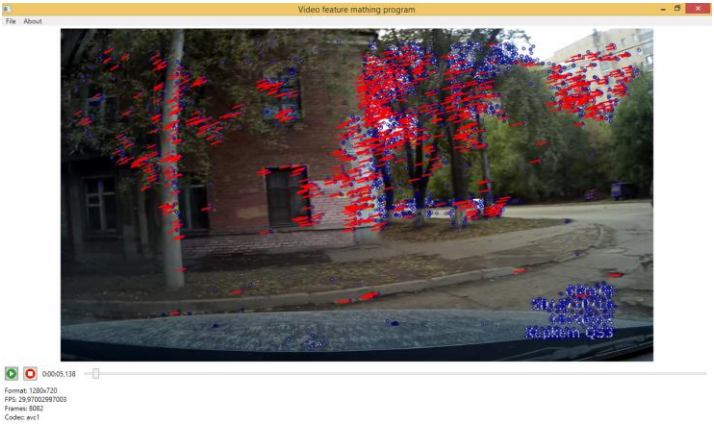


Рис. 4. Проигрывание видеозаписи с облаком точек

Заключение

Авторы провели исследование исходных данных и реализовали наилучшие алгоритмы для решения задачи поиска особых точек.

Список литературы

1. **Компьютерное** зрение [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Компьютерное_зрение.
2. **Детекторы** углов [Электронный ресурс]. – URL: http://habrahabr.ru/post/244541/.
3. **Все** о дескриптерах [Электронный ресурс]. – URL: http://habrahabr.ru/post/106302/.
4. **Kale** K.V. Advances in Computer Vision and Information Technology. – IK International Pvt Ltd, 2008.
5. **Конушин** А.С. Слежение за точечными особенностями сцены (Point feature tracking) // Компьютерная графика и мультимедиа. Электрон. журн. – 2003. – №. 1. – С. 5.

6. **Не** X. C., Yung N. H. C. Corner detector based on global and local curvature properties //Optical Engineering. – 2008. – Т. 47. – №. 5. – С. 057008-057008-12.

Акимова А.Е.

ПРИМЕНЕНИЕ SCADA-СИСТЕМЫ WINCC OA ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ОБОРУДОВАНИЯ ГЭС

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

В статье рассматривается структура и возможности подсистемы, входящей в единую комплексную АСУ ТП, которая разработана с использованием SCADA-системы WINCC OA и предназначена для отображения технологической информации о состоянии оборудования гидроэлектростанции.

Ключевые слова: *гидроэлектростанция, оборудование, мнемосхема, параметры оборудования, оперативные сообщения, тренды, система контроля, WinCC OA.*

Введение

Гидроэнергетика – одно из наиболее эффективных направлений электроэнергетики, гидроэлектростанции позволяют вырабатывать и распределять электроэнергию между потребителями [1]. Контроль процесса выработки и отпуска электроэнергии в настоящее время выполняется оперативным персоналом дежурной смены электроцеха гидроэлектростанции (ГЭС):

- контроль за состоянием и режимами работы оборудования, находящегося в машинном зале, осуществляется по мнемосхемам и приборам,

расположенным непосредственно на оборудовании, а также путем визуального осмотра оборудования;

- контроль работы оборудования объединенных распределительных устройств (ОРУ) выполняется дежурными смены электроцеха по приборам и мнемосхемам, расположенным на подстанционных пунктах управления;
- обобщенный контроль за состоянием оборудования станции, включая оборудование машинного зала, оборудование ОРУ, и управление технологическим процессом выработки и отпуска электроэнергии выполняются персоналом дежурной смены ЦПУ по приборам и мнемосхемам, расположенным в помещении ЦПУ.

Процесс сбора полной информации об оборудовании гидроэлектростанции является трудоемким процессом, требующим больших затрат времени и приводящим к низкой производительности работы специалистов ГЭС. В настоящее время на ГЭС используется большое количество автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), каждая из которых отображает информацию о состоянии объекта на своих автоматизированных рабочих местах (АРМ) по своим правилам с использованием своих элементов отображения. На разных мнемосхемах одинаковые элементы и объекты могут иметь разные формы отображения, а также могут отличаться цвета сигналов и оповещений.

Подсистема позволяет отображать технологическую информацию о состоянии оборудования, собранную из разных АСУ ТП, в виде однотипных мнемосхем, таблиц, сообщений и трендов на одном АРМ, а также унифицировать отображение объектов мнемосхем.

1. *Структура системы*

Структурная схема данной системы представлена на рисунке 1. В ее состав входят следующие подсистемы:

- подсистема генерации меню;

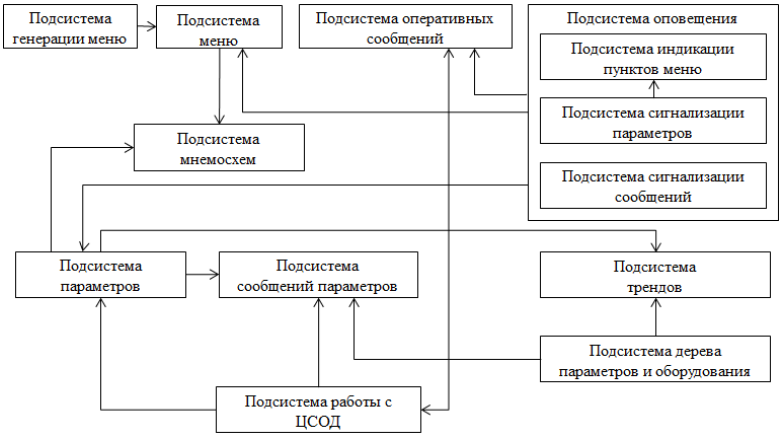


Рис. 1. Структурная схема подсистемы

- подсистема отображения меню;
- подсистема работы с оперативными сообщениями, которая отвечает за отображение сообщений, сформированных в системе, в режиме реального времени с возможностью квитирования сообщений;
- подсистема отображения мнемосхем;
- подсистема отображения параметров, отвечает за отображение значений параметров в зависимости от их типа на мнемосхеме и отображение справочной информации о параметре;
- подсистема отображения сообщений параметров, которая отвечает за отображение сообщений о параметрах, выбранных из дерева параметров и оборудования;

- подсистема отображения трендов, которая позволят просматривать график изменения значений параметра, изображенного на мнемосхеме или выбранного из дерева параметров и оборудования;
- подсистема отображения дерева параметров и оборудования, отвечает за отображение дерева на основании данных, полученных из центра сбора и обработки данных (ЦСОД);
- подсистема работы с ЦСОД, отвечает за взаимодействие подсистемы с центром сбора и обработки данных – получение значений, сообщений параметров и сохранение результатов квитирования, формирование дерева параметров и оборудования;
- подсистема оповещения, которая состоит из следующих подсистем:
  - подсистема сигнализации параметров, которая отвечает за изменение отображения параметра на мнемосхеме в зависимости от возникновения определенных событий в подсистеме (выход за границу уставки, недостоверность параметра);
  - подсистема индикации пунктов меню, которая отвечает за изменение зон индикации тех пунктов меню, для которых на одной из вложенных мнемосхем значение параметра вышло за границу уставки или стало недостоверным;
  - подсистема сигнализации сообщений, которая отвечает за сигнализацию оперативных сообщений и сообщений из дерева параметров и оборудования (архивных сообщений)

в зависимости от их типа и статуса (квитирован/ не квитирован).

2. *Основные возможности подсистемы*

Для реализации подсистемы была использована SCADA-система WinCC OA. На рисунке 2 представлена главная форма подсистемы, на которой отображается главная мнемосхема ГЭС, позволяющая контролировать текущее состояние основного оборудования станции (гидроагрегатов, трансформаторных групп, открытых распределительных устройств).

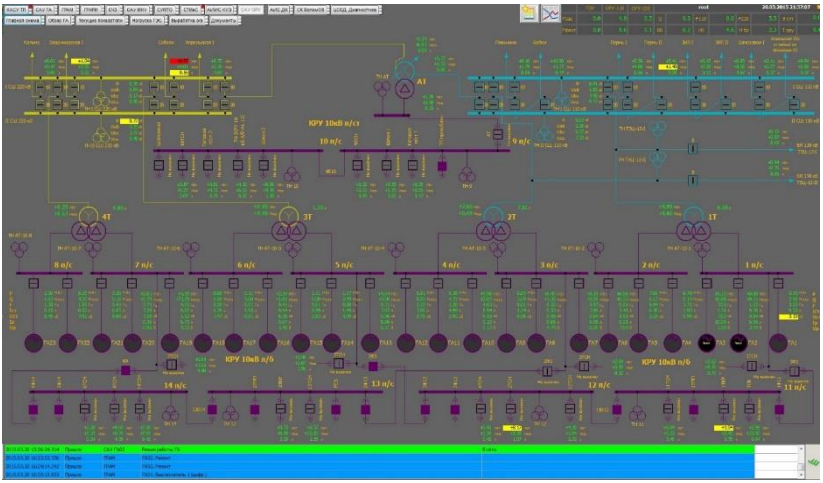


Рис. 2. Главная форма подсистемы

На главной форме пользователю доступны управление выбором и просмотром мнемосхем с помощью меню, просмотр и квитирование (подтверждение приема) оперативных сообщений, формируемых в информационной среде ГЭС, просмотр основной и детальной информации о параметре мнемосхемы, просмотр значений параметра в графическом виде, просмотр основных показателей ГЭС, а также

открытие форм «Тренды» и «Журнал сообщений» для просмотра значений и сообщений по узлам дерева объектов и параметров ГЭС соответственно.

На форме просмотра трендов (рисунок 3) пользователю доступны просмотр значений параметров, выбранных из дерева объектов и параметров в виде таблицы и в виде трендов. Дерево объектов и параметров – представление всех параметров в структурированном виде по принадлежности их к реальным объектам станции.

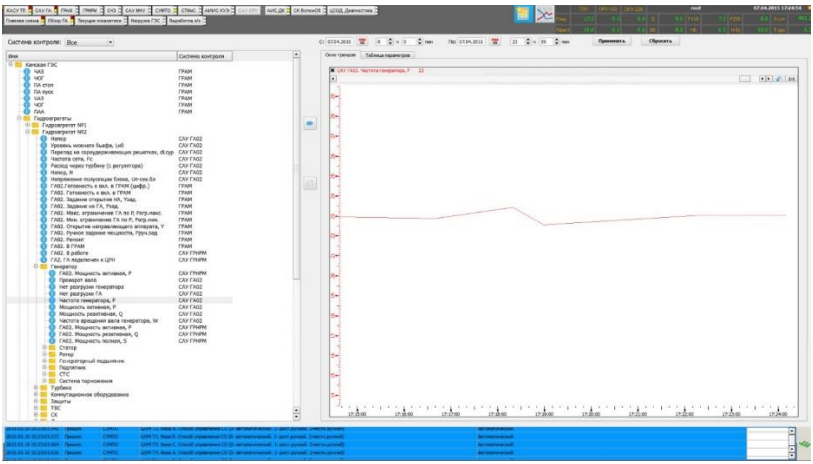


Рис. 3. Форма «Тренды»

На форме просмотра сообщений пользователю доступны просмотр сообщений по узлам дерева объектов и параметров. При работе с деревом пользователю доступны фильтрация дерева объектов и параметров по системе контроля и фильтрация сообщений по времени их появления в системе.

Заключение

Разработанная подсистема введена в опытную эксплуатацию в составе единой комплексной АСУ ТП Камской ГЭС для визуализации технологического процесса выработки электроэнергии на автоматизированном рабочем месте оперативного персонала ГЭС.

Список используемых источников

1. **Российская** гидроэнергетика [Электронный ресурс]. – URL: http://www.rushydro.ru/industry/russianhydropower/.

Бомм А.А.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИГРОВОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «3DUCATION»

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

В статье рассмотрен метод обеспечения безопасности данных в открытых коммуникационных каналах с помощью протокола SSL, обеспечивающего шифрование и аутентификацию на базе сертификатов безопасности и его внедрение в игровую обучающую систему «3Ducation».

Ключевые слова: *безопасность, шифрование, SSL-сертификат, протокол передачи данных, аутентификация, сертификация, домен, игровая обучающая система «3Ducation».*

На сегодняшний день, учитывая тенденция развития и повсеместного применения информационных технологий при ведении различных видов деятельности, одной из ключевых задач является сохранность персональных данных пользователей. Однако, даже при должном обеспечении безопасности на стороне сервера или их группы, акту-

альной остаётся задача сокрытия данных от третьих лиц во время их передачи от клиента к серверу и обратно. Особенно важно обеспечить защиту данных при их передаче, так как в настоящее время повсеместно распространены открытые точки доступа и существует огромное количество незащищённых и подверженных взломам маршрутизаторов.

В разрабатываемой на кафедре программных систем СГАУ игровой обучающей системе «3Ducation» процедура аутентификации осуществляется через внутренний инструмент аутентификации, используемый так же для осуществления доступа на FTP сервер, личный кабинет и другие сервисы, не имеющие прямого отношения к игровой обучающей системе. С момента запуска данного инструмента аутентификации прецедентов взлома зафиксировано не было, что говорит о его надежности в контексте обеспечения безопасности. До настоящего времени персональные данные пользователя передавались на сервер в открытом виде, поэтому оставалась вероятность перехвата данных в момент аутентификации, например, если пользователь находился в одной беспроводной сети со злоумышленником.

Для устранения данной уязвимости автором было решено провести процедуру внедрения протокола шифрования SSL (англ. secure sockets layer), который позволяет шифровать данные на стороне сервера и клиента и в момент передачи обеспечивать их сохранность. Этот способ является наиболее эффективным с точки зрения уровня обеспечения безопасности и затрат.

В случае перехвата зашифрованных данных для злоумышленника они уже не будут представлять никакой ценности, так как расшифровка информации займет большое количество времени и средств.

Внедрение, как основная цель работы, осуществлялось поэтапно. В процессе работы было необходимо:

1. Выбрать центр сертификации.
2. Получить необходимые данные от центра сертификации, в которые входят файл сертификата, цепочка сертификата и ключ сертификата.
3. Установить сертификат на сервер.

На этапе выбора центра сертификации были определены два основных пути решения:

1. Установка бесплатного сертификата класса 1, который предоставляется бесплатно множеством центров сертификации, однако распространяется, как правило, на один домен.
2. Использовать сертификат класса 3, которым обладает СГАУ как юридическое лицо и который используется на всех поддоменах ssau.ru (игровая обучающая система «3Ducation» находится по адресу http://virtual.itschool.ssau.ru/), и тем самым избежать дополнительных издержек при обслуживании (оплата, предоставление необходимый данных и т.д.).

Наиболее рациональным вариантом при выборе сертификата оказался вариант использования сертификата, предоставляемый ssau.ru.

После получения необходимых для использования сертификата файлов, была проведена его установка. Для серверов на базе Windows Server R2 2008 (именно эта СУБД используется для доступа к данным системы «3Ducation») установка сертификатов безопасности производится на веб-сервере IIS (англ. internet information services). С помощью инструмента OpenSSL был создан сертификат в формате *.pfx, состоящий из файла сертификата *.crt и файла закрытого ключа *.key. После выполне-

ния данных действий была произведена установка сертификата через консоль управления IIS.

После установки сертификата безопасности была проведена проверка корректности работы сервера. С помощью программы Wireshark был произведён перехват трафика во время аутентификации и работы клиента с игровой обучающей системой «3Ducation». Фрагмент перехваченного трафика изображён на рисунке 1.

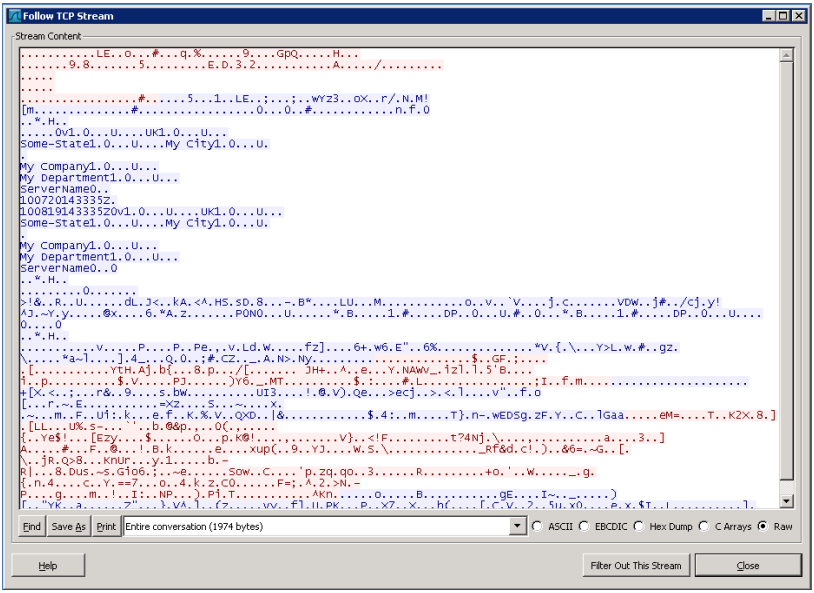


Рис. 1. Перехват зашифрованного трафика с помощью программы Wireshark

Как видно из рисунка 1, информация в таком виде не представляет никакой ценности. Без наличия закрытого ключа сертификата, хранящегося на сервере, расшифровка данной информации, в которой могут содержаться помимо технической информации: логин, пароль и другие личные данные, невозможна.

Заключение

На данном этапе работы в области безопасности игровой обучающей системы «3Ducation» была реализована защита данных во время их передачи. Данных мер достаточно для защиты персональных данных в процессе их передачи, однако, в долгосрочной перспективе необходимо рассмотреть и другие виды неявных угроз и целенаправленные виды атак с целью взлома и получения данных на стороне сервера. Планируется установка инструментов защиты от распределённые атак (DDoS), составление плана автоматического и запланированного аудита безопасности как с помощью специальных инструментов, например: Microsoft Baseline Security Analyzer, так и с помощью менее известных и узконаправленных инструментов аудита безопасности систем клиент-сервер.

Список используемых источников

1. **SSL** Certificates using OpenSSL [Электронный ресурс]. – URL: http:/ /manmoahn-openssl-net.blogspot.ru/2011/06/ complete-guide-to-set-up-ca-using.html .
2. **Официальный** сайт StartSSL [Электронный ресурс]. – URL: https://www.startssl.com/.
3. **Инструменты** обеспечения безопасности [Электронный ресурс]. – URL: https://technet.microsoft.com/ru-ru/security/ cc297183.aspx.

Хвостов А.И.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ И ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

В статье представлена система, которая позволяет автоматизировать процессы, связанные с обработкой, формированием и документированием в виде оперативной и отчетной документации водно-энергетических показателей гидроэлектростанции.

Ключевые слова: *промышленная автоматизация, гидроэлектростанция, параметры оборудования, системы контроля, документация, водно-энергетические показатели.*

Введение

На сегодняшний день гидроэнергетика является ключевым элементом обеспечения системной надежности Единой Энергосистемы страны, располагая более 90 % резерва регулировочной мощности. Из всех существующих типов электростанций именно ГЭС являются наиболее маневренными и способны при необходимости существенно увеличить объемы выработки в считанные минуты, покрывая пиковые нагрузки [1].

Контроль процесса выработки и отпуска электроэнергии, состояния и режимов работы оборудования в настоящее время выполняется оперативным персоналом дежурной смены электростанции по приборам, расположенным на рабочих местах и непосредственно на технологическом оборудовании, мнемосхемам, а также путем визуального осмотра оборудования.

Оперативный персонал ГЭС, используя значения параметров и сигналы состояния объектов, технические

условия эксплуатации, инструкции, должностные обязанности и плановые задания, выполняет контроль техпроцесса с документированием результатов в первичных и плановых документах.

Разработанная система позволяет автоматизировать процессы, связанные с обработкой, формированием и документированием водно-энергетических показателей, что как следствие приводит к повышению достоверности и актуальности информации, а также увеличивает скорость оперативной реакции на изменения.

Система автоматизирует следующие процессы:

- процесс формирования документов на основе архивных показателей;
- процесс вычисления расчетных показателей;
- процесс ручного ввода значений параметров с ведением журнала изменений;
- процесс регламентации доступа к документам;
- процесс отображения документов.

Описание структуры системы

Структурная схема системы приведена на рисунке 1. В её состав входят следующие подсистемы:

Рис. 1. Структурная схема системы

- *Подсистема авторизации*, которая отвечает за авторизацию пользователя и проверку правильности введенных данных;
- *Подсистема формирования документов*, занимающаяся созданием или получением документов на основании данных, полученных из ЦСОД. Включает в себя подсистему настройки параметров формирования, которая отвечает за выбор даты и дискретности документа, параметров графиков и может быть расширена в дальнейшем.
- *Подсистема редактирования* отвечает за внесение изменений в сформированный документ и состоит из:
  - подсистемы блокировки;
  - подсистемы ручного ввода, которая отвечает за внесение изменений в документ и их проверку;
  - подсистемы ведения журнала изменений, фиксирующей и сохраняющей все изменения;
- *Подсистема экспор*та, которая позволяет сохранить документ для печати.
- *Подсистема работы с ЦСОД* отвечает за получение сформированных документов или значений параметров для их формирования, а также за запись информации обо всех блокировках документов и изменений значений;
- *Подсистема визуализации*, которая отвечает за отображение процесса работы с системой.

Описание возможностей системы

Разработанная система реализована в виде клиент-серверного приложения, позволяющего:

- формировать документы на основании исходных показателей из центра сбора и обработки данных (ЦСОД) (на рисунке 2 представлено главное меню приложения со списком доступных документов);

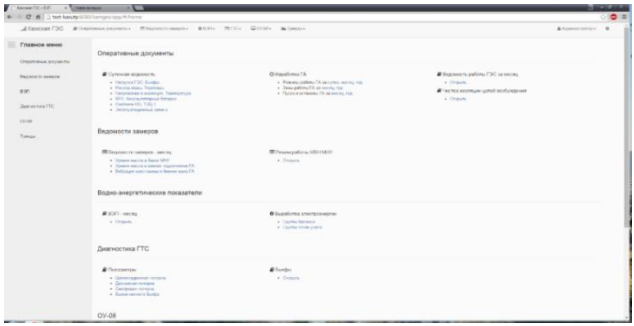


Рис. 2. Главное меню разработанной подсистемы

- настраивать параметры формирования документов (на рисунке 3 представлен документ «Суточная ведомость» за 19.03.2015, открыта таблица «Нагрузка ГЭС» и выбраны несколько параметров для отображения на графике);

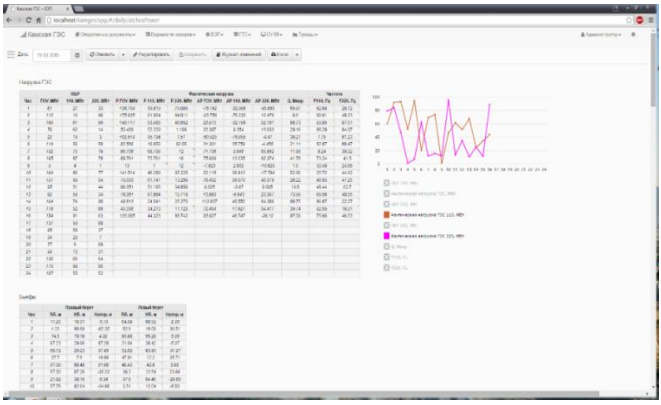


Рис. 3. Просмотр документа «Суточная ведомость»

- редактировать значения параметров и вводить значения вручную;
- отображать последнее изменение параметра;
- формировать журнал изменений с записью измененных значений в базу данных ЦСОД;
- вести эксплуатационные записи;
- экспортировать документы в файлы формата *.pdf и *.xls.

Заключение

Разработанная система введена в опытную эксплуатацию в составе единой комплексной АСУ ТП Камской ГЭС в качестве подсистемы формирования отчетной и оперативной документации.

Список используемых источников

1. **Российская** гидроэнергетика [Электронный ресурс] – URL: http://www.rushydro.ru/industry/russianhydropower/.

Поберёзкин Е.Е.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧАЮЩЕГО КОНТЕНТА В ВИРТУАЛЬНОЙ ДИСТАНЦИОННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ «3DUCATION»

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

В статье рассматривается структура виртуальной дистанционной обучающей системы «3Ducation», описываются основные ее возможности. Подробно рассматривается система организации обучающего контента в системе «3Ducation», а также способы оптимизации этой системы.

Ключевые слова: *3Ducation, дистанционная обучающая система, виртуальное пространство, клиент-серверное приложение, игровой движок Unity, древовидная структура.*

Введение

В настоящее время дистанционное обучение становится всё более популярным, многие образовательные учреждения представляют свои курсы в электронном виде и обеспечивают доступ к ним в режиме онлайн. Существует достаточно много виртуальных обучающих систем, но тем не менее остаётся актуальной задача создания виртуальных сред, использующих современные информационные технологии, в частности технологии виртуальной реальности, которые позволяют сделать обучающее пространство более интересным, а процесс обучения более увлекательным.

Одной из таких систем является система дистанционного обучения 3Ducation, предназначенная для обучения школьников, являющихся слушателями школы информатики СГАУ. Система построена на двух принципах: игровой подход и дистанционное обучение. Первый нацелен на повышение заинтересованности учащихся с помощью введения в системе интерактивности и постоянной обратной связи, поощрения за достижения, возможности командной работы и присутствия соревновательного элемента. Второй принцип предполагает дистанционное использование учебных материалов, которые будут доступны в игровом мире [1].

Комбинирование продвинутых информационных технологий и образовательного потенциала системы дает возможность выстроить индивидуальный курс обучения для каждого обучаемого, исходя из его персональных потребностей и особенностей восприятия и обработки информации.

1. ***Структура системы***

Система «3Ducation» является клиент-серверным приложением. К серверной компоненте системы относится сервер приложения и база данных. Клиентская часть системы – веб-браузер, который используется для просмотра страниц на сервере (пользователю только необходимо установить на своем компьютере небольшой плагин Unity Web Player). Мобильное клиентское приложение реализует все основные функции базовой версии системы. В качестве протокола обмена данными по сети используется протокол TCP/IP [2].

Система решает следующие задачи:

- Создает виртуальное пространство обучения на основе информации о курсах, хранящейся в базе данных;
- Предоставляет удалённый доступ к виртуальному пространству;
- Обеспечивает поддержку создания и модификации учебных курсов – дает возможность разработчику (преподавателю) создавать тематические курсы (лекции), задания, тесты и т.п. В базе данных хранится вся информация об учебных курсах;
- Обеспечивает поддержку работы администратора системы и дает ему возможность поддерживать контент системы в актуальном состоянии: обновлять информацию о пользователях системы, работать с достижениями, наполнять систему новой информацией.

Структурная схема данной системы представлена на рисунке 1. Все данные, необходимые для работы системы, хранятся в БД, расположенной на серверной части системы.

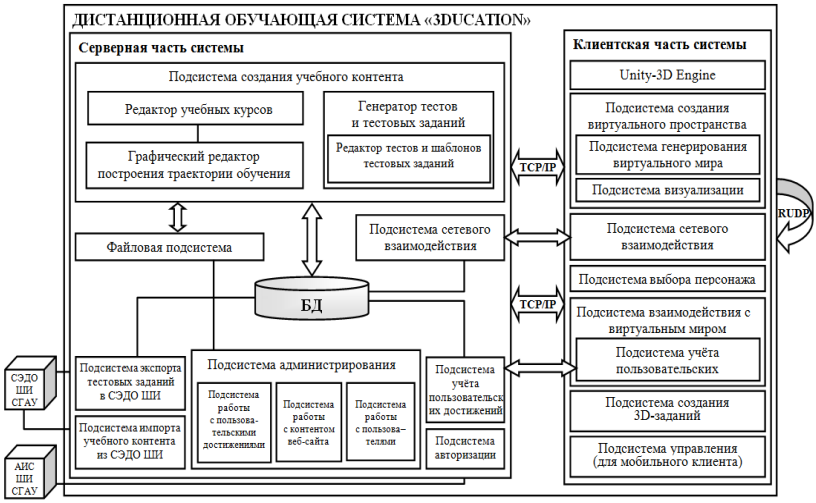


Рис. 1. Структурная схема системы

2. *Организация обучающего контента*

Центральная часть дистанционной обучающей системы 3Ducation – конструктор учебных курсов – предназначен для разработки и редактирования учебных курсов, с его помощью преподаватель наполняет учебный курс теоретическим материалом (лекциями, которые разбиты на параграфы), индивидуальными 3D-заданиями, тестами (тренировочными и контрольными) и специальными виртуальными локациями. Он позволяет преподавателям собирать свои виртуальные миры из логических блоков, в роли которых выступают шаблоны комнат.

Структура курса древовидна: корнем служат главный холл и комната выбора курсов, каждый курс распадается на темы, каждая тема представляет собой коридор, содержащий комнаты с контентом. На рисунке 2 представлен конструктор курсов и проиллюстрирован принцип древовидной организации структуры курса.

Для построения виртуального мира системы применяется игровой движок Unity, в котором виртуальный мир представляется в виде сцен. При загрузке курсов клиентская часть системы обращается к серверной с соответствующим запросом, в ответ получает строку особого формата, декомпозиция которой позволяет сформировать курс в виртуальном пространстве. На рисунке 3 представлен коридор курса с переходами в коридоры тем.

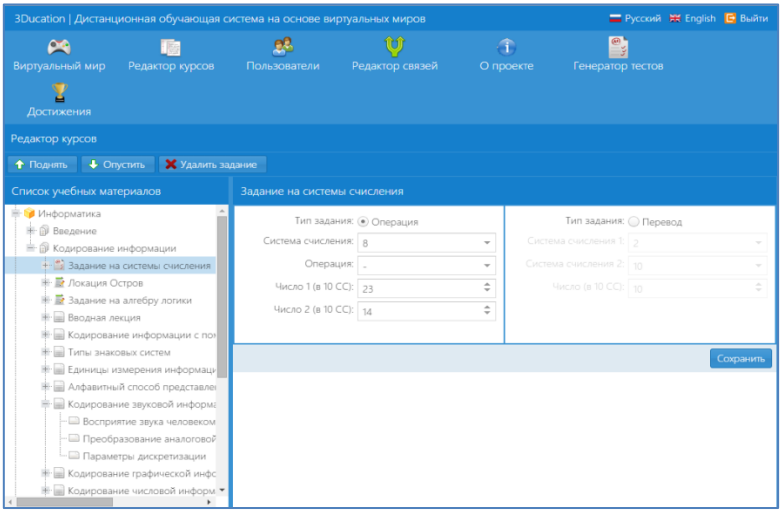


Рис. 2. Конструктор учебных курсов

Ранее коридоры курсов и тем генерировались в одной сцене вместе с лекционными, тестовыми и прочими комнатами, что при большом размере курса вызывало значительное замедление работы системы. Данные, получаемые клиентской частью от сервера при генерации курса (строка особого формата), кроме структуры последнего содержали всю содержательную информацию для комнат (тексты лекций и тестов), что также вызывало неэффективное использование ресурсов.

Рис. 3. Коридор курса в виртуальном пространстве

По вышеперечисленным причинам была произведена реструктуризации организации курсов в 3D-пространстве. При выборе курса в сцене 3D-пространства генерируются только коридоры курсов и тем с телепортаторами для перехода в содержательные комнаты. Лекционные комнаты и комнаты тестирования создаются в отдельных сценах, они также генерируются по шаблону. Это позволяет при генерации курса запрашивать с сервера строку, содержащую только структуру курса, а содержимое курса получать при входе в отдельные комнаты, что повышает производительность всей системы в целом.

Заключение

Дистанционная обучающая система 3Ducation позволяет увеличить эффективность процесса приобретения знаний учащимися и работы учителей. Помимо уже проведенных мер по оптимизации, планируется обновление графической составляющей системы, что позволит улучшить картинку при одновременном снижении нагрузки на компьютеры.

Список используемых источников

1. **Developing** of a complex of software tools for organization and support of distance learning game system «3Ducation» / Л.С. Зеленко, Д.А. Конопелькин, В.С. Иванов, А.О. Григорьев, А.Е. Семенов, М.А. Савачаев, Е.Е. Поберёзкин. – Самара: Летний молодежный исследовательский коллоквиум по программной инженерии SYRCoSE, 2015. – С. 149-153.
2. **Software** tools for organization and support of distance learning game system «3Ducation» / Л.С. Зеленко, Д.А. Конопелькин, В.С. Иванов, А.О. Григорьев, А.Е. Семенов, М.А. Савачаев, Е.Е. Поберёзкин. – М.: Труды ИСП РАН, Т. 27, вып. 3, 2015. – С. 365-377.

Тимошина В.М.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ» ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ УЧЕБНОГО ПРАКТИКУМА

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

В статье рассматриваются вопросы, связанные с разработкой автоматизированной системы для поддержки учебного практикума «Методы оптимизации», система построена по клиент-серверной технологии и поддерживает интерактивное взаимодействие между преподавателем и студентами, обеспечивает доступ студентов к учебным материалам и выполнению учебных заданий по разным темам, а также позволяет преподавателю вести электронный журнал и контролировать учебный процесс.

Ключевые слова: *учебный практикум, обучение, метод, оптимизация, многомерные функции, обучение, база данных, электронный журнал.*

Оптимизация может быть применима к различным предметным областям: экономическим, техническим, программным, экологическим и т.д.

Использование средств, предназначенных для решения математических задач оптимизации, в настоящее время переживает этап революционных перемен, связанных с появлением мощных математических компьютерных пакетов, но не все из них удобны для решения учебных задач или доступны для общего использования.

В связи с этим появилась необходимость в разработке автоматизированной системы «Методы оптимизации» для поддержки учебного практикума по данной дисциплине. Во время обучения студенты должны изучить две темы:

1. «Одномерные методы оптимизации», которая включает в себя изучение следующих методов:
   - «золотого сечения»;
   - метод Фибоначчи;
   - метод квадратичной интерполяции;
   - Ньютона (касательных);
2. «Многомерные методы оптимизации», которая включает в себя следующие методы:
   - Нелдера-Мид;
   - Хука-Дживс;
   - наискорейшего спуска;
   - Дэвидона-Флетчера-Пауэлла.

В системе предусмотрены три роли пользователей:

- администратор;
- преподаватель;
- студент.

Администратор отвечает за разграничение прав пользователей, ведение списка преподавателей и студентов, а также за привязку групп студентов к преподавателям.

Преподаватель может составлять задания студентов (рисунок 1), составлять план работ, а также работать с

электронным журналом, с помощью которого он может отслеживать успеваемость студентов (рисунок 2).

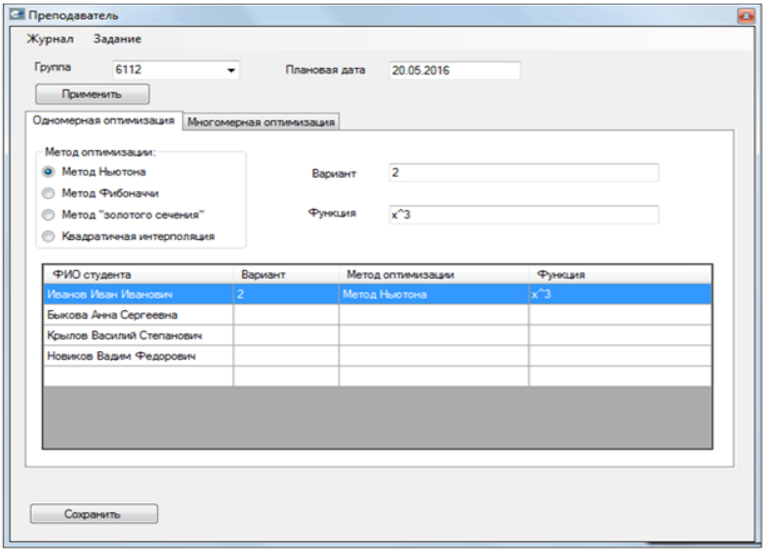


Рис. 1. Экранная форма «Задания»

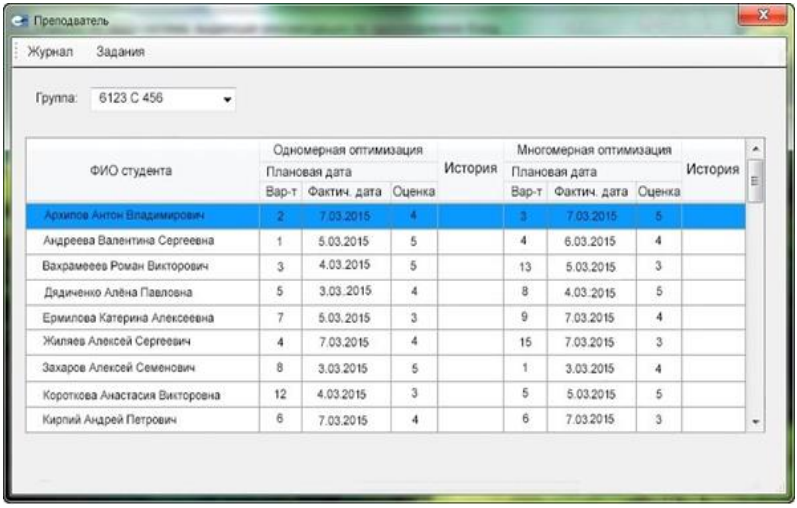


Рис. 2. Экранная форма «Журнал»

Студент может выполнять задания по заданной теме, настраивать параметры методов, сохранять результаты работы в файл и просматривать их. При выполнении задание студент после введения начальных значений функции имеет возможность масштабировать график и передвигать его, включать и отключать визуализации сетки, возвращать визуализацию графика в исходное состояние и отобразить график производной функции (рисунок 3). После получения результата студент может сохранить результат выполнения задания в файл формата .doc, который будет храниться на сервере.

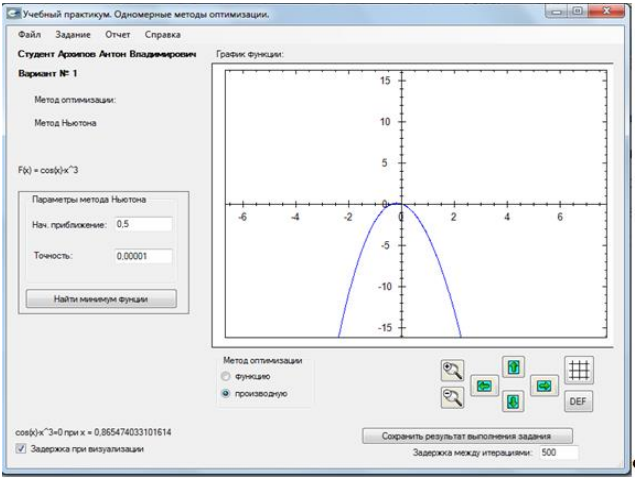


Рис. 3. Экранная форма для настройки параметров метода Ньютона для одномерной оптимизации

Система построена по клиент-серверной архитектуре (на рисунке 4 приведена ее структурная схема) и реализована на языке программирования C# с использованием среды разработки Visual Studio 2010 и функционирует под управлением операционной системы Windows. В качестве СУБД выбрана MySQL Server 5.1, которая проста и надеж-

на в использовании и обеспечивает высокую скорость обработки данных.

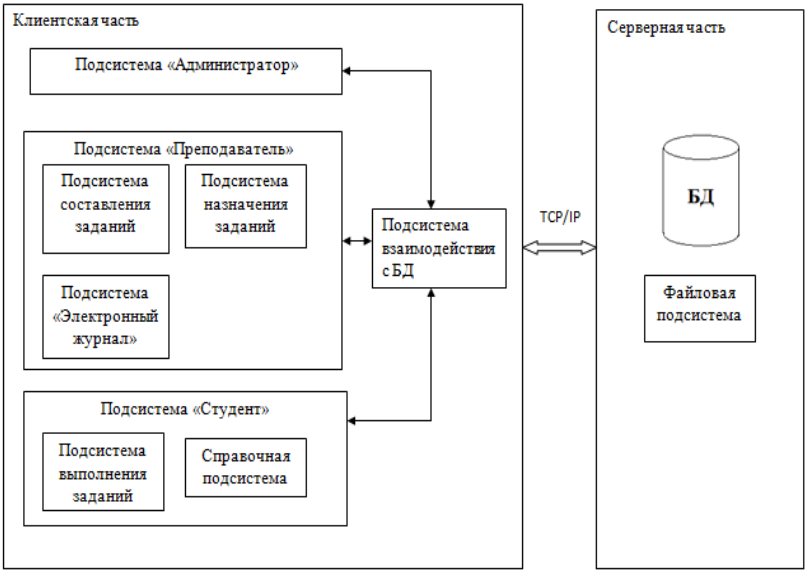


Рис.4. Структурная схема системы

Система предназначена для студентов, прослушавших лекции по курсу «Методы оптимизации», которые должны закрепить теоретический материал и выполнить лабораторные работы.

Зеленко Л.С., Пищулина О.В., Акимова А.Е.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РАСЧЕТА СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ПАЦИЕНТОВ

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева
(национальный исследовательский университет)

В статье рассматривается структура и основные возможности автоматизированной системы для определения стоматологического статуса пациента.

Ключевые слова: *стоматология, зубной ряд, кариес, пародонт, стоматологическая помощь, распространенность заболеваний.*

Введение

Стоматология – раздел медицины, изучающий строение и взаимодействие органов зубочелюстной системы, причины развития заболеваний зубов, мягких тканей и челюстей. Основная задача стоматологии – лечение и профилактика патологий органов полости рта и челюстно-лицевой области [1]. Планирование стоматологической помощи и оценку ее эффективности необходимо осуществлять на основании данных о реальной стоматологической заболеваемости населения страны или региона, получить которые возможно путем проведения стоматологического обследования [2].

Стоматология для беременных – важная часть стоматологии, так как беременные и кормящие пациентки представляют особую группу риска в связи с необычной психофизиологической сущностью этих периодов жизни женщин [3]. Для выявления особенностей стоматологической помощи беременным и кормящим женщинам проводятся дополнительные исследования, на основании кото-

рых рассчитывают общие и специальные показатели и определяют стоматологический статус пациентов, выдают рекомендации по дальнейшему лечению. Кроме того, на основании регулярных наблюдений за пациентами можно выявить общие закономерности и определить распространённость и интенсивность заболеваний в зависимости от различных условий и факторов.

При большом объеме данных ручной расчет показателей становится достаточно трудоемким, в связи с этим появилась необходимость в разработке автоматизированной системы, которая позволит хранить информацию о пациентах и о результатах их стоматологических осмотров, рассчитывать основные стоматологические показатели по различным критериям, формировать сводные отчеты, а также накапливать статистические данные, на основании которых можно будет делать прогнозы по распространенности заболеваний и определять комплекс мер по их предотвращению.

1. *Структура системы*

Структурная схема данной системы представлена на рисунке 1, в состав которой входят следующие подсистемы:

1. подсистема работы с пациентами, которая состоит из следующих подсистем:
   - подсистемы анкетирования, которая отвечает за ввод (выбор) ответов на вопросы и проверку корректности их значений;
   - подсистемы расчета стоматологических показателей;
2. справочная подсистема, которая содержит сведения о системе;

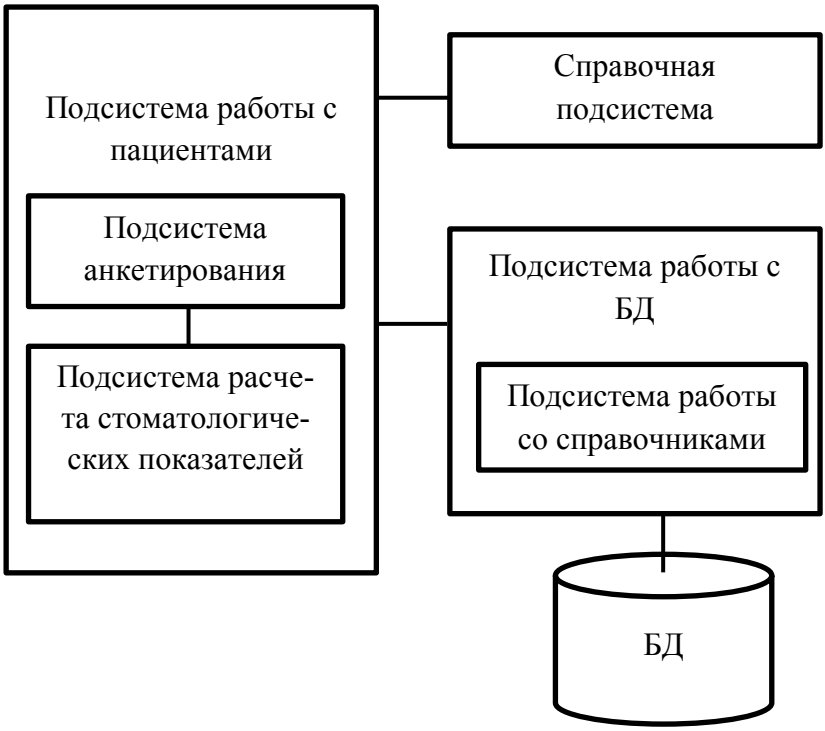


Рис. 1. Структурная схема системы

3. подсистема работы со справочниками;
4. подсистема расчета общих стоматологических показателей
5. подсистема работы с базой данных (БД), в состав которой входит подсистема работы со справочниками.

В базе данных хранится вся информация: сведения о пациентах, о результатах их стоматологических осмотров, вспомогательные справочники (сведения о географическом положении, населенных пунктах, этнической группе, профессии, хронических заболеваниях и т.д.) и результаты расчетов.

2. *Основные возможности системы*

На рисунке 2 представлено основное меню программы, которое «привязано» к основным подсистемам.

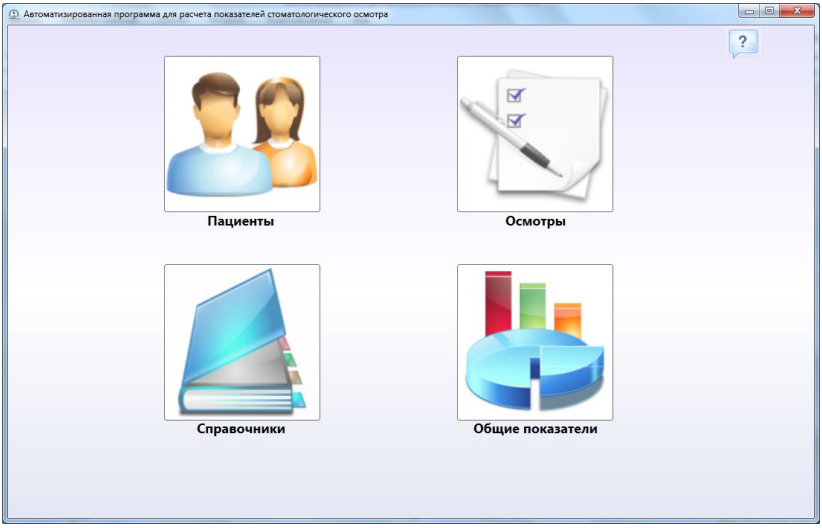


Рис. 2. Главное меню системы

Прежде чем внести результаты стоматологического осмотра в карту пациента, необходимо ввести его личные данные (раздел «Пациенты»). Так как система ориентирована на обследование беременных женщин, в стоматологическую карте помимо ответов на стандартные вопросы включены вопросы для беременных женщин (номер триместра, результаты обследования плода и т.п.). Экранная форма для заполнения стоматологической карты представлена на рисунке 3.

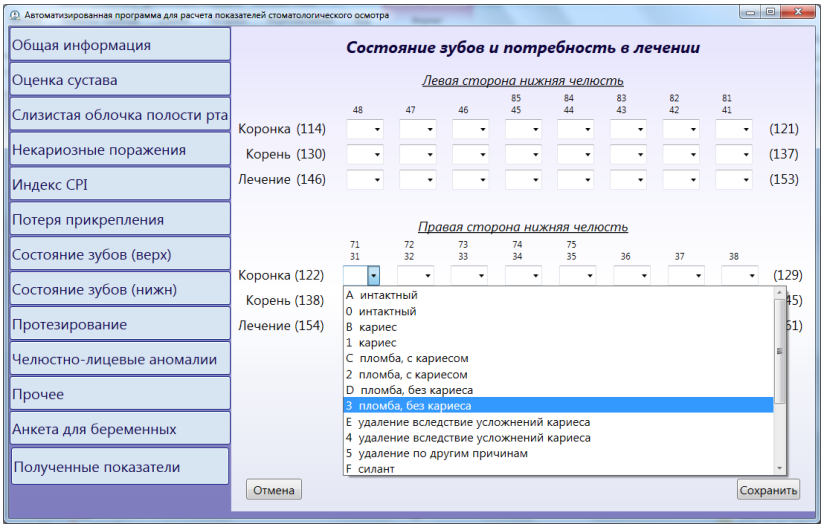


Рис. 3. Экранная форма для заполнения карты стоматологического осмотра

В разделе «Справочники» пользователь может изменить содержимое справочников (добавить, удалить, изменить данные, которые необходимы для заполнения анкет пациента).

После заполнения всех полей анкеты (раздел «Осмотры») необходимо произвести расчет стоматологических показателей в разделе «Общие показатели» (индекса DAI, распространенность и интенсивность заболеваний пародонта и т.д.). Для этого необходимо отобрать пациентов по интересующим критериям (дата осмотра, геоположение, год рождения, тип населенного пункта, номер триместра). К общим стоматологическим показателям относятся: уровень стоматологической помощи, интенсивность и распространенность кариеса и заболеваний пародонта. На рисунке 4 представлена экранная форма, на которой производит-

ся отбор и поиск пациентов, на рисунке 5 отображены рассчитанные показатели, которые можно сохранить в БД.

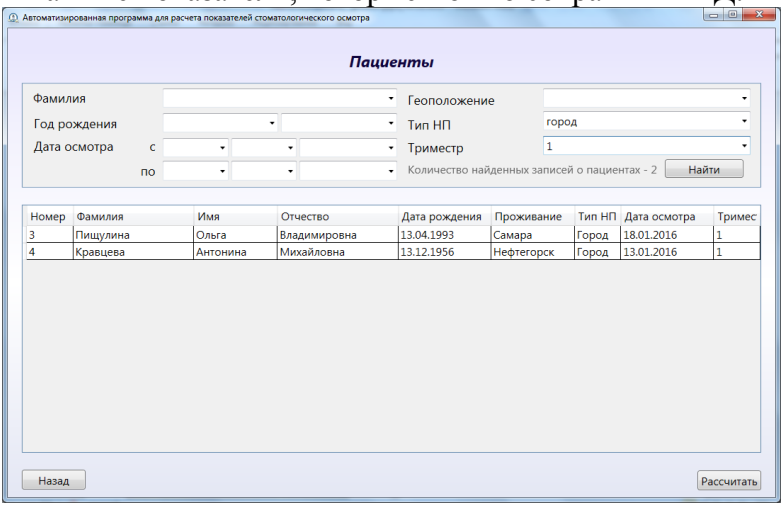


Рис. 4. Экранная форма отбора пациентов

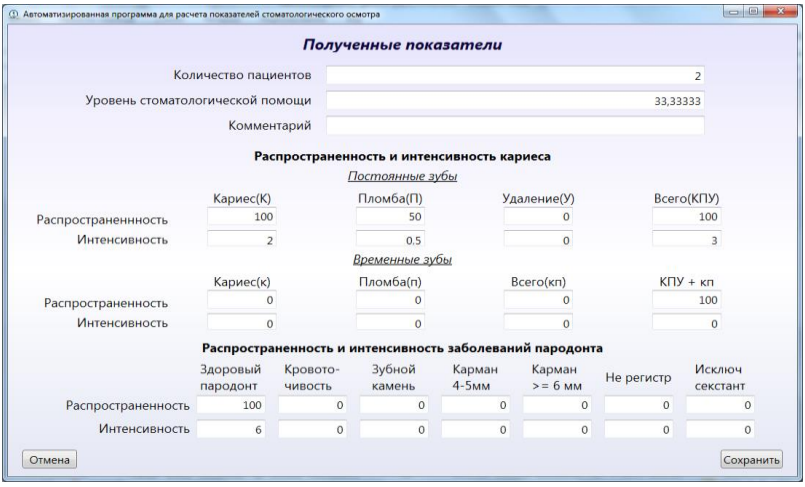


Рис. 5. Стоматологические показатели

Система разработана на языке программирования C# в среде разработки Microsoft Visual Studio 2012 с использованием технологии WPF для создания интерфейса пользователя и функционирует под управлением операционной системы Windows 7 и выше. В качестве системы управления базами данных была выбрана Microsoft SQL Server 2012.

Заключение

Разработанная система предназначена для использования в стоматологических клиниках. Планируется дальнейшее усовершенствование системы: добавление импорта данных из файлов формата Excel, формирование отчетов и выгрузка их в файлы различных форматов, расчет статистических показателей.

Список используемых источников

1. **Стоматология** [Электронный ресурс]. – URL: http://stomacentre.ru/terms/209/.
2. **Кузьмина**, Э.М. Современные критерии оценки стоматологического статуса при проведении эпидемиологического обследования населения [Текст]/ Э.М. Кузьмина, С.А. Васина. – М.: МГМСУ, 2007. – 29 с.
3. **Особенности** лечения зубов беременным и кормящим женщинам [Электронный ресурс]. – URL: http://assisdent.ru/stomatologist/articles/preventive_dentistry/dentistry_pregnant.html

Лобанков А.А.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ СТАБИЛИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева (национальный исследовательский университет)

В статье рассматриваются возможные изменения фазовых портретов линейной динамической системы с двумя степенями свободы при решении задачи стабилизации движения. Исследуется влияние нелинейных полиномиальных возмущений до третьей степени включительно.

Ключевые слова: *колебательная система, метод усреднения, принцип Беллмана, фазовый портрет.*

При решении задачи стабилизации движения колебательной системы с двумя степенями свободы используется принцип динамического программирования Беллмана совместно с методом усреднения. Применение метода усреднения позволяет понизить порядок системы и исследовать влияние нелинейных членов методом фазовой плоскости. Применение метода усреднения в задачах оптимального управления не является новым и рассматривалось во многих работах [3, 4, 5, 6, 7]. В замечательной работе академика Н.Н.Моисеева [4] отмечено, что существует важный класс динамических систем, для которых применение асимптотических методов и, в частности, метода усреднения при определении оптимальных управлений вполне оправдано. К таким динамическим системам, например, относятся системы, для которых строятся локально оптимальные управления. Под локально оптимальными управлениями понимаются управления, которые строятся в каж-

дый момент времени из условия минимума некоторой целевой функции [4]. Именно к таким управлениям можно отнести управляющие воздействия при решении задач стабилизации. Принцип динамического программирования Беллмана [8] и, основанный на нем, метод АКОР (аналитическое конструирование оптимальных регуляторов) [9] являются мощным инструментом построения локально оптимальных управлений для решения задач стабилизации. В рассматриваемой работе для синтеза управления указанные методы применяются совместно с методом усреднения, что позволяет существенно упростить решение задач стабилизации за счет процедуры усреднения по быстрым переменным.

Рассмотрим колебательную динамическую систему с двумя степенями свободы вида

$$a\frac{d^2x}{dt^2} + cx = \varepsilon Q(x, \frac{dx}{dt}) + \varepsilon mu, \quad (1)$$

где $x = (x_1, x_2)$ - вектор переменных состояния системы, a, c - положительно определенные симметричные матрицы, Q - вектор-функция возмущений, m - вектор, характеризующий управляющее устройство, u - скалярное управление, ε - малый параметр, характеризующий величину возмущений.

Предположим, что возмущающие функции Q представляют собой сумму двух слагаемых

$$Q = Q_L + Q_N, \quad (2)$$

где $Q_L = R\dot{x}$ - линейная часть возмущающей функции, $Q_N(x, \dot{x})$ - нелинейная часть той же функции.

Приближенно оптимальное управление обеспечивает асимптотическую устойчивость частного решения $x = \dot{x} = 0$ системы (1) при учете только линейных возму-

щений $Q_L = R\dot{x}$. В линейном случае существует только одна особая точка системы (1) $x = \dot{x} = 0$, которая может быть устойчива или неустойчива (например, при отсутствии управления). При действии нелинейных возмущений $Q_N(x,\dot{x})$ поведение системы (1) усложняется, так как в этом случае в результате действия нелинейных возмущений возможно возникновение автоколебаний. Эффективным средством анализа автоколебательных режимов движения колебательных систем является метод усреднения. Применительно к системе с двумя степенями свободы (1) анализ автоколебательных режимов движения заключается в следующем.

Определяется усредненная система первого приближения, описывающая изменение амплитуд колебаний системы. Эта система имеет вид

$$\frac{dK_1}{dt} = \varepsilon \frac{\left\langle \left[D_4\left(Q_1 + m_1 u^o\right) - D_2\left(Q_2 + m_2 u^o\right)\right]\sin\varphi_1 \right\rangle}{\omega_1(\chi_2 - \chi_1)(a_{11}a_{22} - a_{12}^2)}, \quad (3)$$

$$\frac{dK_2}{dt} = \varepsilon \frac{\left\langle \left[D_3\left(Q_1 + m_1 u^o\right) - D_1\left(Q_2 + m_2 u^o\right)\right]\sin\varphi_2 \right\rangle}{\omega_2(\chi_2 - \chi_1)(a_{11}a_{22} - a_{12}^2)}.$$

где $D_1 = a_{11} + a_{12}\chi_1$, $D_2 = a_{11} + a_{12}\chi_2$, $D_3 = a_{12} + a_{22}\chi_1$, $D_4 = a_{12} + a_{22}\chi_2$, $\chi_{1,2}$ - коэффициенты форм колебаний, $\langle ... \rangle$ - оператор усреднения, u^o - оптимальное управление, которое определено в [10].

Причем правые части усредненной системы (3) не зависят от фаз и могут быть представлены в виде

$$\frac{dK_1}{dt} = \varepsilon A_1(K_1, K_2), \quad \frac{dK_2}{dt} = \varepsilon A_2(K_1, K_2), \quad (4)$$

где вид функций соответствует системе (4).

Алгоритм исследования усредненной системы (4) следующий:

1) определяются особые точки системы (4) из условий

$$A_1(K_{1*}, K_{2*}) = 0,\ A_2(K_{1*}, K_{2*}) = 0, \qquad (5)$$

которые должны выполняться одновременно;

2) после нахождения координат особых точек для исследования их устойчивости составляют линеаризованную систему

$$\frac{d\Delta K_1}{dt} = d_{11}\Delta K_1 + d_{12}\Delta K_2,\ \frac{d\Delta K_2}{dt} = d_{21}\Delta K_1 + d_{22}\Delta K_2, \qquad (6)$$

где $d_{ij} = \frac{\partial A_i}{\partial K_j}(K_{1*}, K_{2*})$, $(i, j = 1,2)$, $\Delta K_1 = K_1 - K_{1*}$,

$\Delta K_2 = K_2 - K_{2*}$.

3) записывают характеристическое уравнение системы (6)

$$\begin{vmatrix} d_{11} - \lambda & d_{12} \\ d_{21} & d_{22} - \lambda \end{vmatrix} = 0, \qquad (7)$$

откуда определяются собственные значения λ_1 и λ_2.

По значению собственных чисел λ_1 и λ_2 судят об устойчивости или неустойчивости особых точек на плоскости $\left(K_1, K_2\right)$, о типе особых точек и о наличии предельных циклов в системе.

Известна теорема о существовании предельных циклов в системах, к которым применим метод усреднения [1],[2], в которой доказывается, что если усредненная система имеет невырожденное положение равновесия, отличное от нуля, и все собственные значения усредненной

системы, линеаризованной около этого положения равновесия, имеют отрицательные вещественные части, то исходная система имеет асимптотически устойчивый предельный цикл. Если вещественная часть хотя бы одного из собственных значений положительна, то цикл неустойчив. Положение равновесия называется невырожденным, если линеаризованная около него система не имеет нулевых собственных значений [2].

Рассмотрим нелинейные возмущения, которые получаются при учете полиномиальных возмущений до третьей степени включительно. В этом случае отдельное слагаемое, входящее в функции $Q_{N1,2}$, можно представить в виде (с точностью до множителя)

$$Q_{N1,2}\left(x_1, x_2, \dot{x}_1, \dot{x}_2\right) = x_1^{m_1} x_2^{m_2} \dot{x}_1^{m_3} \dot{x}_2^{m_4}, \qquad (8)$$

где m_i $(i = 1,2,3,4)$- малые целые числа, такие, что $\sum m_i = 3$ $(m_i = 0,1,2,3)$.

Если $\sum m_i = 1$ имеют место линейные возмущения, которые учитываются в функциях $Q_{L1,2}$. Если $\sum m_i = 2$, в соответствии с заменой переменных средние значения в уравнениях для амплитуд колебаний $\left\langle Q_{Ni} \sin \varphi_j \right\rangle = 0$ при $\forall i, j = 1,2$. Поэтому рассматривается случай, когда $\sum m_i = 3$.

Анализ рассматриваемого случая (при учете также линейных возмущений) позволяет определить общую структуру усредненной системы для амплитуд колебаний, которая имеет вид

$$\frac{dK_1}{dt} = K_1\left(\nu_1 + \nu_2 K_1^2 + \nu_3 K_2^2\right), \quad , \tag{9}$$

$$\frac{dK_2}{dt} = K_2\left(\mu_1 + \mu_2 K_1^2 + \mu_3 K_2^2\right).$$

где ν_i, μ_i $(i = 1,2,3)$ - некоторые числовые коэффициенты, которые получаются при усреднении системы

$$\frac{dK_1}{dt} = -\varepsilon\left[N_4\left(Q_1 + m_1 u^o\right) - N_2\left(Q_2 + m_2 u^o\right)\right]\sin\varphi_1, \tag{10}$$

$$\frac{dK_2}{dt} = \varepsilon\left[N_3\left(Q_1 + m_1 u^o\right) - N_1\left(Q_2 + m_2 u^o\right)\right]\sin\varphi_2, \tag{11}$$

где вид коэффициентов $N_{1,2,3,4}$ понятен из сравнения систем (3) и (10-11).

В соответствии со структурой уравнений (9) усредненная система на плоскости (K_1, K_2) при условии $K_1, K_2 \geq 0$ может иметь от одной до четырех особых точек. Любой особой точке отличной от начала координат будет соответствовать режим автоколебаний, который может быть устойчивым или неустойчивым в зависимости от значения собственных чисел соответствующей линеаризованной системы. Координаты особых точек определяются из условий

а) $K_1 = K_2 = 0$;

б) $K_1 = 0,\ \mu_1 + \mu_3 K_2^2 = 0$;

в) $K_2 = 0,\ \nu_1 + \nu_3 K_2^2 = 0$;

г) $\nu_1 + \nu_2 K_1^2 + \nu_3 K_2^2 = 0,\ \mu_1 + \mu_2 K_1^2 + \mu_3 K_2^2 = 0$.

Понятно, что некоторые особые точки могут не существовать при условии $K_1, K_2 \geq 0$ в зависимости от зна-

чений параметров ν_i, μ_i, которые получаются при усреднении системы (10-11).

Введение приближенно оптимального управления обеспечивает асимптотическую устойчивость особой точки $K_1, K_2 = 0$. Однако влияние нелинейных возмущений может ограничить область притяжения особой точки $K_1, K_2 = 0$, так как приближенно оптимальное управление строится без учета нелинейных слагаемых.

Изменяя начальные условия и коэффициенты в критерии оптимальности можно построить различные фазовые портреты и наблюдать изменение фазовых портретов после введения управления.

На рисунке 1 изображен фазовый портрет с одной особой точкой – неустойчивым узлом, до введения управления.

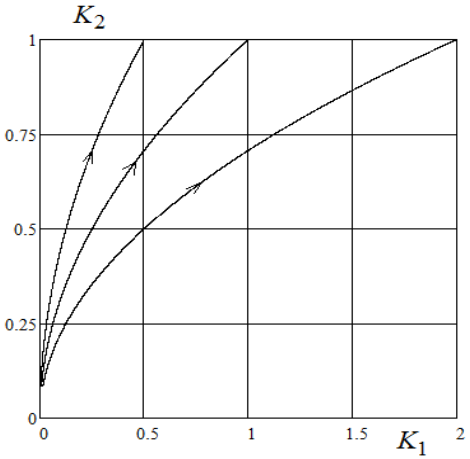


Рис. 1. Фазовый портрет с 1 особой точкой до введения управления

Самый простой случай получается, когда после введения управления неустойчивый узел превратился в устойчивый (рисунок 2).

На рис. 3 приводится фазовый портрет для случая, когда до введения управления существовало четыре особые точки: неустойчивый узел $\left(K_{1*}, K_{2*} = 0\right)$, два устойчивых узла $\left(K_{1*} = 0, K_{2*} \neq 0\right)$ и $\left(K_{1*} \neq 0, K_{2*} = 0\right)$, и седло $\left(K_{1*} \neq 0, K_{2*} \neq 0\right)$. После введения управления остается только одна особая точка $\left(K_{1*}, K_{2*} = 0\right)$ - устойчивый узел, и фазовый портрет системы аналогичен фазовому портрету, который изображен на рис.2.

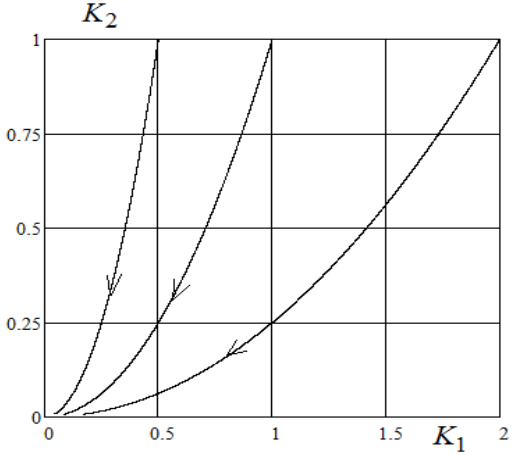


Рис.2. Фазовый портрет (устойчивый узел)

Если фазовый портрет системы до введения управления имеет одну особую точку (рис.1), то другой вариант его изменения при введении управления приводит к появлению четырех особых точек (рис.4): устойчивый узел $\left(K_{1*}, K_{2*} = 0\right)$, два неустойчивых узла $\left(K_{1*} = 0, K_{2*} \neq 0\right)$ и $\left(K_{1*} \neq 0, K_{2*} = 0\right)$, и седло $\left(K_{1*} \neq 0, K_{2*} \neq 0\right)$. В этом случае область притяжения особой точки $\left(K_{1*}, K_{2*} = 0\right)$ ограничивается сепаратрисами, которые соединяют седло и не-

устойчивые узлы (рис.4). Если уменьшить весовой коэффициент "c" в критерии оптимальности [11]

$$I = \varepsilon \int_0^T w(K,u)\,dt, \qquad (12)$$

где $w(K,u) = b_1 K_1^2 + b_2 K_2^2 + c\left(u_\alpha^2 + u_\beta^2\right)$, $b_1, b_2, c > 0$ - весовые коэффициенты, T - время окончания управления, то управление по модулю увеличивается и область притяжения точки $\left(K_{1*}, K_{2*} = 0\right)$ расширяется.

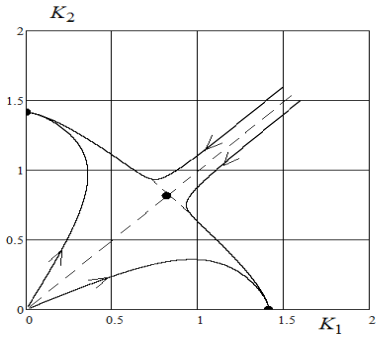


Рис. 3. Фазовый портрет
до введения управление (4 особых точки)

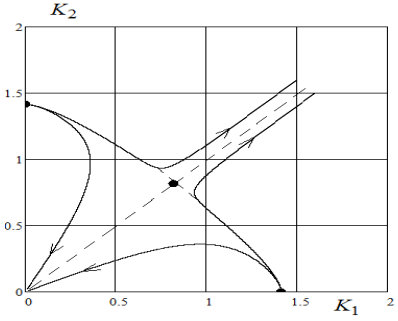


Рис. 4. Фазовый портрет
после введения управления (4 особые точки)

Фазовый портрет с двумя особыми точками: седлом $\left(K_{1*}=0, K_{2*}\neq 0\right)$ и неустойчивым узлом $\left(K_{1*}, K_{2*}=0\right)$ до введения управления изображен на рисунке 5. После введения управления возможно два варианта: а) устойчивый узел $\left(K_{1*}, K_{2*}=0\right)$ и седло $\left(K_{1*}=0, K_{2*}\neq 0\right)$ (рис.6); б) один устойчивый узел (рис.2).

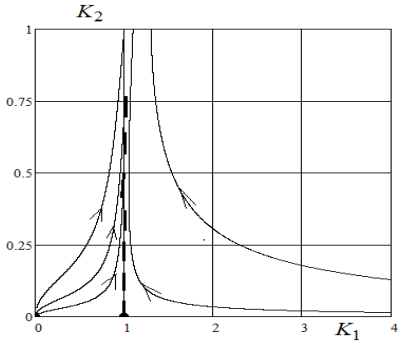


Рис. 5. Фазовый портрет
до введения управления (2 особые точки)

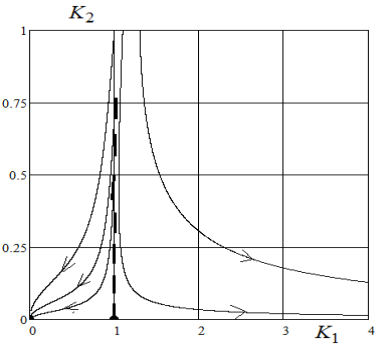


Рис. 6. Фазовый портрет
после введения управления (2 особые точки)

Случай, когда имеется три особые точки: неустойчивый узел $\left(K_{1*}, K_{2*}=0\right)$, седло $\left(K_{1*}\neq 0, K_{2*}\neq 0\right)$, устойчивый узел $\left(K_{1*}\neq 0, K_{2*}=0\right)$ до введения управления изображен на рисунке 7. После введения управления имеем одну особую точку - устойчивый узел (рис. 2).

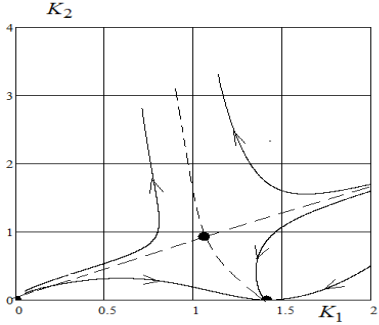


Рис. 7. Фазовый портрет
до введения управления (3 особые точки)

Если до введения управления имеется одна неустойчивая особая точка - неустойчивый узел $\left(K_{1*}, K_{2*}=0\right)$ (рис.1), то после введения управления в зависимости от действующих нелинейных возмущений возможно и другие варианты фазовых портретов. Так, например, может иметь место фазовый портрет с тремя особыми точками (рис.8): устойчивый узел $\left(K_{1*}, K_{2*}=0\right)$, неустойчивый узел $\left(K_{1*}\neq 0, K_{2*}=0\right)$ и седло $\left(K_{1*}\neq 0, K_{2*}\neq 0\right)$. Или фазовый портрет с четырьмя особыми точками (рис.9): устойчивый узел $\left(K_{1*}, K_{2*}=0\right)$,

два седла $\left(K_{1*} \neq 0, K_{2*} = 0\right)$ и $\left(K_{1*} = 0, K_{2*} \neq 0\right)$, и неустойчивый узел $\left(K_{1*} \neq 0, K_{2*} \neq 0\right)$.

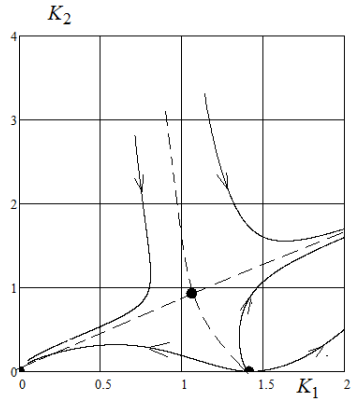


Рис. 8. Фазовый портрет
после введения управления (3 особые точки)

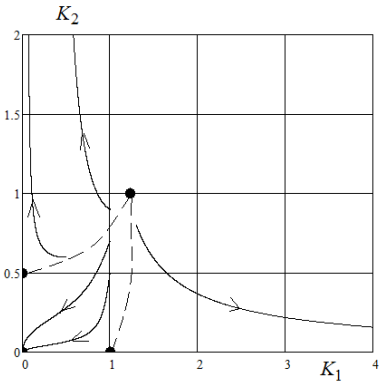


Рис. 9. Фазовый портрет
после введения управления (4 особые точки)

Еще один вариант изменения фазового портрета получается, если сначала имеется четыре особые точки

(рис.10) вида: фазовый: неустойчивый узел $\left(K_{1*}, K_{2*}=0\right)$, два седла $\left(K_{1*}\neq 0, K_{2*}=0\right)$ и $\left(K_{1*}=0, K_{2*}\neq 0\right)$, и устойчивый узел $\left(K_{1*}\neq 0, K_{2*}\neq 0\right)$. После введения управления имеет место одна устойчивая точка - устойчивый узел (рис.2) $\left(K_{1*}=0, K_{2*}=0\right)$.

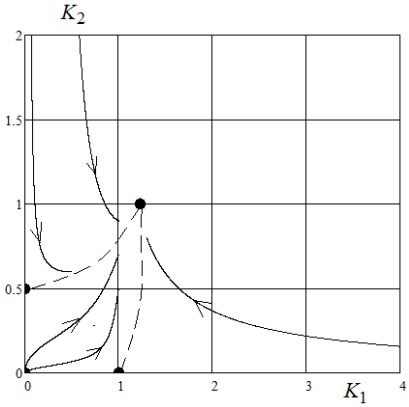


Рис. 10. Фазовый портрет
после введения управления (4 особые точки)

Приведенные примеры показывают, что изменение фазовых портретов при введении введение приближенно оптимального управления может быть очень разнообразным. Однако в любом случае появляется область притяжения устойчивой особой точки $\left(K_{1*}=0, K_{2*}=0\right)$ - устойчивого узла, которая может быть ограничена или неограниченна в зависимости от действующих нелинейных возмущений. Причем область притяжения устойчивой точки

$\left(K_{1*}=0, K_{2*}=0\right)$ можно увеличить, уменьшая весовой коэффициент "c" в критерии оптимальности.

Список используемых источников

1. **Гурман В. И., Знаменская Л. Н.** Управление колебаниями при ограниченном ресурсе управления // Известия РАН. Серия .Теория и системы управления., № 1, 2001, с. 41–49.

2. **Келдыш М.В.** Шимми переднего колеса трехколесного шасси // Труды ЦАГИ, 1945, №45. 37 с.

3. **Моисеев Н.Н.** Асимптотические методы нелинейной механики. М.: Наука, 1981. – 380 с.

4. **Моисеев Н.Н.** Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 488 с.

5. **Черноусько Ф.Л., Акуленко Л.Д., Соколов Б.Н.** Управление колебаниями. М.: Наука, 1980. – 384 с.

6. **Лебедев В.Н.** Расчет движения космического аппарата с малой тягой. – М.: ВЦ АН СССР. – 1968. – №5. – 106 с.

7. **Ишков С.А., Храмов, А.А.** Расчёт манёвров коррекции слабоэллиптических и круговых орбит с двигателем малой и конечной тяги // Известия СНЦ РАН. – 2002. – Т.4 – №1 – С. 144 – 152.

8. **Беллман Р.** Динамическое программирование. – М.: ИЛ, 1969. – 457 с.

9. **Летов А.М.** Динамика полета и управление. – М.: Наука, 1969. – 360с.

10. **Заболотнов, Ю. М., Лобанков А.А.** Аналитический метод расчета регулятора для колебательной системы с двумя степенями свободы // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2013): труды Международной научно-технической конференции. – Самара: СНЦ РАН, 2013. – С. 312-316.

11. **Лобанков А. А.** Оптимальное демпфирование колебаний в системе с двумя степенями свободы // Сборник трудов всероссийской молодёжной научной конференция с международным участием «XII Королёвские чтения». – Самара: СГАУ. Том 2, 2013. – С. 210.

СОДЕРЖАНИЕ

Михеева Т.И., Сухова Е.О. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО ПОТОКА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ 3

Аленай У. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В Г. КОКШЕТАУ..... 11

Мурзин А.В. МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА В ЗАДАЧЕ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ КООРДИНИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ 18

Габдрахимова Г.Р. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ..... 23

Михеев С.В., Кондратьева Е.О., Головнин О.К. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕШЕХОДНОЙ ДОСТУПНОСТИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА..... 29

Осипов И.В., Симонова Е.В. СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГРУППИРОВКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ 35

Сидоров А.В. ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ 49

Ключников В.А., Ключников Л.А. АВТОМАТИЗАЦИЯ УЧЕТА ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ В ГИС ITSGIS 55

Мащенко В.В., Черноскулова О.О. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАНОРАМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ГИС ITSGIS 60

Тихонов А.Н., Михеева Т.И., Головнин О.К. МОНИТОРИНГ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ 65

Сухова Е.О. МЕТОДЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ РАЗРАБОТКЕ И ПРИНЯТИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ 72

Крашенинникова В.С. ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ 81

Тихонов А.Н., Соколова А.Н. РАБОТА В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ ITSGIS 88

Черноскулова О.О., Мащенко В.В. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ В ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ITSGIS 96

Фролова А.А. ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ «ITSGIS» 102

Баранова М.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ И ПЕШЕХОДНЫХ ПОТОКОВ 110

Молчанова А.И., Ямщикова А.Н. УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМИ ПРОЦЕССАМИ НА УЛИЧНО-

ДОРОЖНОЙ СЕТИ С ПОМОЩЬЮ СВЕТОФОРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ 116

*Ермаков С.Н., Бугаков А.И., Зеленко Л.С., Го*ловнин О.К. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ОБЛАКА ОСОБЫХ ТОЧЕК ВИДЕОЗАПИСЕЙ..... 123

Акимова А.Е. ПРИМЕНЕНИЕ SCADA-СИСТЕМЫ WINCC OA ДЛЯ ОТОБРАЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ОБОРУДОВАНИЯ ГЭС 132

Бомм А.А. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ИГРОВОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «3DUCATION»..... 138

Хвостов А.И. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ И ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ ВОДНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ 143

Поберёзкин Е.Е. ОПТИМИЗАЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧАЮЩЕГО КОНТЕНТА В ВИРТУАЛЬНОЙ ДИСТАНЦИОННОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ «3DUCATION»..... 147

Тимошина В.М. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ «МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ» ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ УЧЕБНОГО ПРАКТИКУМА..... 153

Зеленко Л.С., Пищулина О.В., Акимова А.Е. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РАСЧЕТА СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ПАЦИЕНТОВ 158

Лобанков А.А. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ СТАБИЛИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ 165

Научное издание

IT & TRANSPORT
ИТ & ТРАНСПОРТ
Сборник научных статей

Редакционная коллегия
Михеева Т.И. – главный редактор;
Головнин О.К. – ответственный редактор;
Прохоров С.А., Зеленко Л.С., Михеев С.В., Сапрыкин О.Н.,
Богданова И.Г.

Издательство «ИнтелТранС»

Подписано в печать 13.11.2015.
Формат 60х84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 10,7.
Тираж 100 экз.

Группа компаний «ИнтелТранС»

Отпечатано в типографии ГК «ИнтелТранС»
443086, г. Самара, ул. Мичурина, 126