

Компьютеризированная система управления дорогами Архангельской области CARMAN (Computer Aided Road Management System)

DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.9

Пономарёв Е.Г., начальник отдела АСУ и связи
ГКУ АО «Дорожное агентство «Архангельскавтодор»
(г. Архангельск)

Приводится история создания системы управления дорогами CARMAN: стоявшие перед разработчиками цели и требования, этапы и применяемые на каждом из этапов подходы к разработке и внедрению. Описывается используемая в системе модель дорожной адресации. Приводится описание программных модулей, входящих в состав системы, и обозначаются ближайшие планы развития системы.

Назначение и цели создания системы

Основной целью создания и внедрения информационной системы является рационализация процесса управления автомобильными дорогами, информационная поддержка принятия управленческих решений. Среди поставленных задач также разработка административных и организационных мер, в результате реализации которых гарантируется достоверность данных, а также устойчивый режим работы системы, в частности разработка всех необходимых регламентов, процедур мониторинга состояния дорожных объектов, ведение единых форматов и т.д.

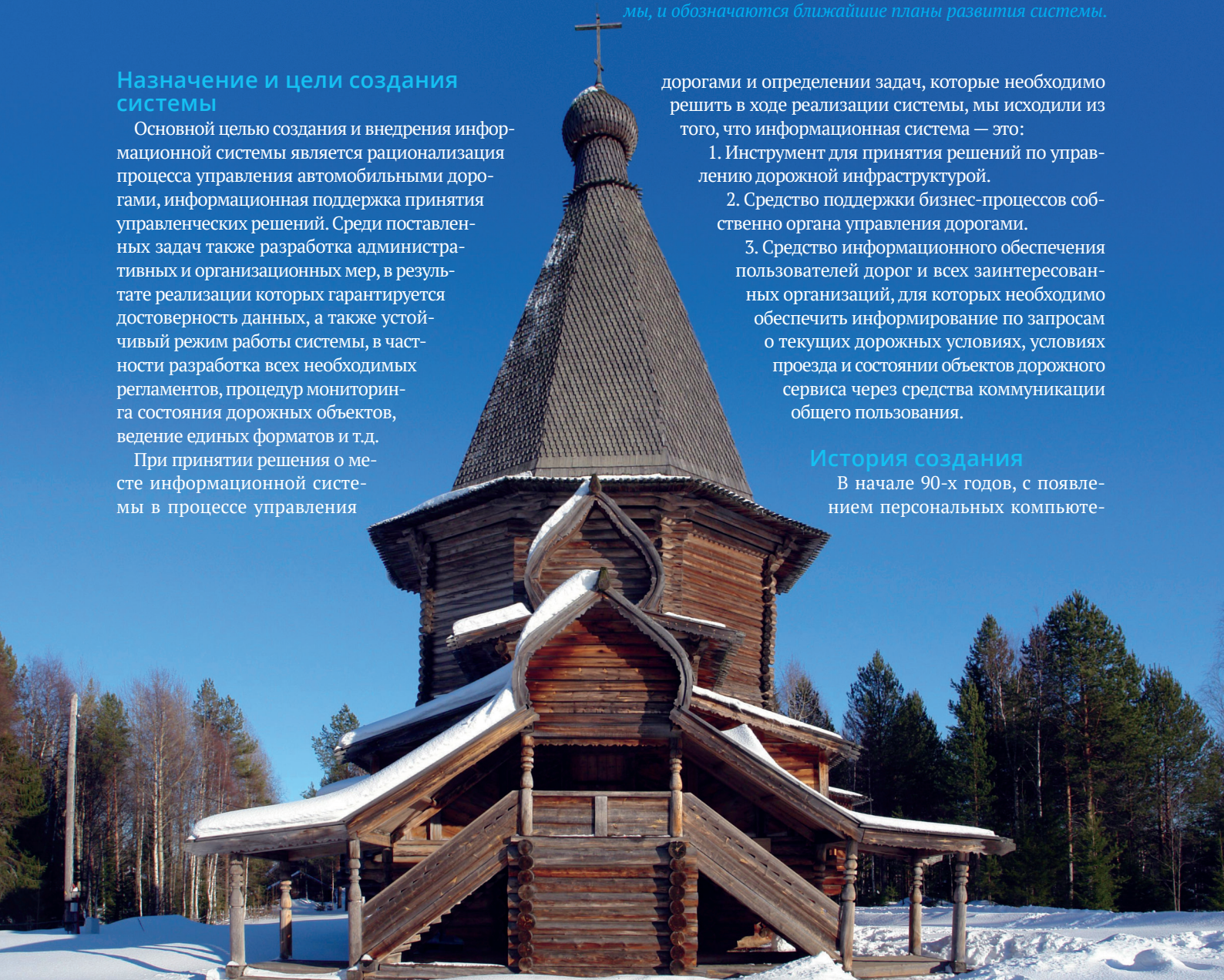
При принятии решения о месте информационной системы в процессе управления

дорогами и определении задач, которые необходимо решить в ходе реализации системы, мы исходили из того, что информационная система — это:

1. Инструмент для принятия решений по управлению дорожной инфраструктурой.
2. Средство поддержки бизнес-процессов собственноручно органа управления дорогами.
3. Средство информационного обеспечения пользователей дорог и всех заинтересованных организаций, для которых необходимо обеспечить информирование по запросам о текущих дорожных условиях, условиях проезда и состоянии объектов дорожного сервиса через средства коммуникации общего пользования.

История создания

В начале 90-х годов, с появлением персональных компьюте-



ров, в управлении «Архангельск-автодор», как и во многих дорожных организациях России, началась автоматизация отдельных процессов и операций. Для учёта и анализа технической информации об автодорогах создавались и приобретались отдельные, никак не связанные между собой программные продукты, автоматизирующие выполнение отдельных операций (учёт искусственных сооружений, дорожных знаков и т.д.). В процессе эксплуатации этих программных разработок появилось осознание необходимости создания единой базы данных и разработки программных приложений, использующих информацию из этой базы. Это позволило бы избавиться от необходимости повторного ввода данных в разных программных приложениях и повышало бы оперативность обновления информации.

В середине 90-х годов представители наиболее передовых (в развитии информационных систем) регионов объединились, создав в рамках РАДОР «комиссию по информационному и аппаратно-программному обеспечению». В ходе работ этой комиссии была разработана «Концепция построения единой системы комплексного информационно-телекоммуникационного обеспечения в автодорожной отрасли», ставшая основой комплексной автоматизации управления дорожной сетью середины 90-х годов.

В 1995 году наиболее успешной стала разработанная воронежской компанией «Терра» комплексная автоматизированная система (КАС) для управления «Воронежупрдор». В нескольких регионах (в том числе в Архангельске) было принято решение о внедрении КАС. В 1997–2000-х годах в управлении «Архангельскавтодор» было установлено и внедрено несколько программных приложений КАС, автоматизирующих технический учёт автомобильных дорог (паспорт автомобильных дорог и др.). Было внесено большое количество данных о состоянии дорожной сети. Начиная с 1999 года вся информация, полученная в результате паспортизации дорог, вносилась в базу данных КАС.

Во время внедрения этих приложений были выявлены несоответствия текущим производственным процессам: за время внедрения в производственных и структурных процессах произошли изменения, которые требовали переработки созданных приложений системы. А так как моделирование предметной области системы перед её разработкой не производилось, переработка приложений оказалась затруднена. Это послужило толчком к осознанию необходимости изменения подходов к построению и использованию системы.

В ходе эксплуатации системы были выявлены следующие основные недостатки. Разработка этой системы велась на основе сбора и обобщения заявок от основных структурных подразде-

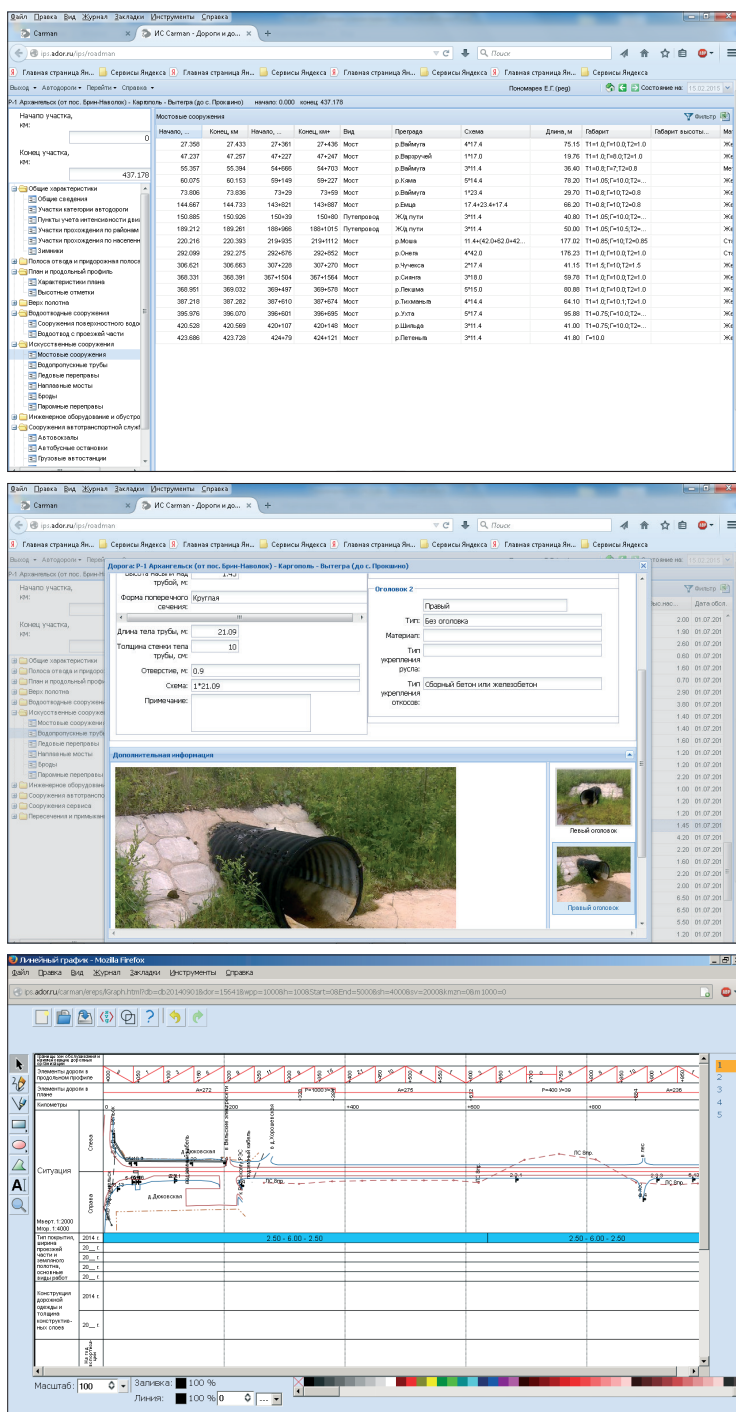


Рис. 1–3. Технический учёт и анализ автомобильных дорог и дорожных объектов

лений. Такой подход, как правило, учитывает исключительно текущие требования подразделений, а не стратегические цели организации и общества. То есть, по сути, автоматизировались текущие функции и процессы управления (или, как мы их будем называть в дальнейшем, бизнес-процессы) без их анализа и изменений (как есть). К сожалению, такой подход, по нашему сегодняшнему мнению, не является эффективным. Бизнес-процессы внутри организации чутко реагируют на изменяющиеся внешние и внутрен-

№	от	От кого	Описание ист.	Темы донесения	Примечание	Оперативный дежурный
02-20-002657...	10.02.2015 15	Каргопольский участок...	Панов Н.В.	Тек.погода/План исп.техники.Факт.работы а/д Каргополь - В...		Мезенское ДУ(мезду)
02-20-002647...	10.02.2015 13	Каргопольский участо...	Могутов А.П.	Факт.работы а/д Долматово - Нюндама - Каргополь - Пудок...		Плесецкое ДУ(плесду)
02-20-002639...	10.02.2015 13	ООО Лесные дороги	Востоков Н.И.	Тек.погода/План исп.техники/План работы а/д Архангельск - ...		Мезенское ДУ(мезду)
02-20-002629...	10.02.2015 10	Плесецкий участок О...	Могутов А.П.	План работы а/д Архангельск (от пос. Брин-Наволок) - Карг...		Плесецкое ДУ(плесду)
02-20-002611...	10.02.2015 09	Онежский участок ОА...	Могутов А.П.	План работы а/д Архангельск (от дер. Рыжаскино) - Онега, ун...		Плесецкое ДУ(плесду)
02-20-002609...	10.02.2015 09	ОАО Устьинское ДУ	Могутов А.П.	Тек.погода/План работы а/д Шангалы - Казаньга - Кисега, ун...		Плесецкое ДУ(плесду)
02-20-002597...	10.02.2015 09	Каргопольский участо...	Могутов А.П.	Тек.погода/План работы а/д Архангельск (от пос. Брин-Наво...		Плесецкое ДУ(плесду)
02-20-002571...	10.02.2015 08	Плесецкий участок О...		Тек.погода.Факт.исп.техники		Плесецкое ДУ(плесду)
02-20-002561...	10.02.2015 08	Онежский участок ОА...		Тек.погода/План исп.техники		Онежский участо(ре...
02-20-002559...	10.02.2015 08	ОАО Коношское ДУ	Могутов А.П.	План работы а/д Коноша - Нюндама, уч-к 0-69.План работ...		Плесецкое ДУ(плесду)
02-20-002551...	10.02.2015 08	ОАО Нюндамское ДУ	Могутов А.П.	Тек.погода/План работы а/д Долматово - Нюндама - Каргоп...		Плесецкое ДУ(плесду)
02-20-002544...	10.02.2015 08	Котласский участок К...	Погаренко	Тек.погода.Факт.исп.техники		Котласское ДРС(у(обл...
02-20-002537...	09.02.2015 16	ООО Лесные дороги	Востоков Н.И.	Тек.погода/План исп.техники.Факт.работы а/д Архангельск - ...		Мезенское ДУ(мезду)
02-20-002525...	09.02.2015 16	ОАО Мезенское ДУ	Востоков Н.И.	Тек.погода/План исп.техники.Факт.работы а/д Каргополь - В...		Мезенское ДУ(мезду)
02-20-002511...	09.02.2015 13	Гидроцентр Арханг...	от 09.02.2015	Прогноз по обл. терр. Архангельская обл.		Мезенское ДУ(мезду)
02-20-002509...	09.02.2015 12	ОАО Устьинское ДУ	Могутов А.П.	Тек.погода/План работы а/д Коноша - Вельск - Шангалы, ун...		Плесецкое ДУ(плесду)
02-20-002491...	09.02.2015 12	Каргопольский участо...	Могутов А.П.	Тек.погода		Плесецкое ДУ(плесду)
02-20-002481...	09.02.2015 11	Каргопольский участо...	Могутов А.П.	План работы а/д Долматово - Нюндама - Каргополь - Пудок...		Плесецкое ДУ(плесду)
02-20-002471...	09.02.2015 11	ОАО Коношское ДУ	Могутов А.П.	Тек.погода/План работы а/д Коноша - Вельск - Шангалы, ун...		Плесецкое ДУ(плесду)
02-20-002461...	09.02.2015 09	Плесецкий участок О...		Тек.погода.Факт.исп.техники		Плесецкое ДУ(плесду)
02-20-002457...	09.02.2015 08	Онежский участок ОА...		Тек.погода/План исп.техники		Онежский участо(ре...
02-20-002447...	09.02.2015 08	Нюндамский участок	О.А. Берестовой	Тек.погода/План исп.техники		Нюндамское ДУ(нюнду)

Рис. 4. Оперативная информация от подрядчиков

ние факторы (законодательные, организационные, структурные и иные). Соответственно, программные модули, автоматизирующие эти процессы, требуют постоянной доработки. А так как технология, реализованная в КАС, осуществляет всю бизнес-логику на клиентских рабочих местах (компьютерах конечных специалистов), требуется обновление программного обеспечения на каждом рабочем месте при малейшем изменении в бизнес-процессах, что в масштабах организации достаточно ресурсоёмкий процесс. Кроме того, вносить изменения в программные приложения КАС может только фирма-разработчик, обладающая соответствующими правами и исходными кодами программ. Ещё одним выявленным недостатком этой системы является ограниченность круга пользователей, поскольку пользователем системы может быть только пользователь локальной вычислительной сети организации.

Параллельно с внедрением КАС в управлении «Архангельскавтодор» осуществлялось внедрение географической информационной системы (ГИС) [1, 2].

За основу была принята стандартная и наиболее распространённая в России настольная ГИС MapInfo. В 1999 году был заключён договор с Архангельским государственным техническим университетом на создание электронной карты Архангельской области. В ходе работ было сканировано 59 планшетов топографических карт масштаба 1:200000 (формат ли-

стов А1). Таким образом была покрыта вся территория Архангельской области (за исключением островов Новой Земли). Произведена векторизация необходимых объектов, создано 15 тематических слоёв.

В дальнейшем электронная карта использовалась в качестве исходных материалов для последующих разработок информационной системы.

Недостатки существовавшей ГИС:

- Невозможность построения топологической модели сети дорог, т.е. установки взаимосвязей между отдельными дорогами или участками дорог.
- Невозможность адресовать объекты по линейным ссылкам (привычным нам км +).

- Невозможность доступа к данным через интернет.
- Необходимость приобретения клиентской лицензии на каждое рабочее место.
- Сложности при интеграции MapInfo в существующие информационные системы (КАС).

В 2001–2003 годы в управлении «Архангельскавтодор» был реализован проект ТАСИС «Управление дорогами Северо-Запада России», финансируемый странами Евросоюза. Проект включал в себя один из подпроектов CARMAN (Computer Aided Road Management System – компьютеризированная система управления дорогами). К работе финской компанией Finroad были привлечены опытные эксперты из Скандинавских стран.

Был разработан Концептуальный план проекта компьютеризированной системы CARMAN, описанный в техническом отчёте № 10.

В ходе проекта CARMAN осуществлено предварительное изучение предметной области, и разработаны начальные спецификации работ, требующие дальнейшей детализации.

Были описаны текущие (существующие) и предполагаемые (будущие) бизнес-процессы «Архангельскавтодора», разработана концептуальная модель развития системы CARMAN, рассмотрена концепция разработки и развития системной архитектуры программных приложений, обслуживающих будущие бизнес-процессы. Для выполнения этих работ экспертами ТАСИС активно привлекались как местные специалисты — ра-

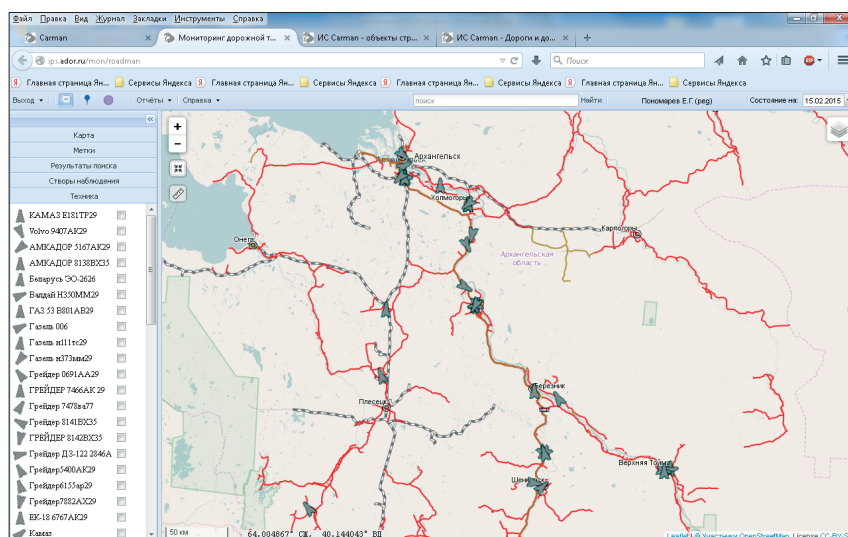


Рис. 5. Спутниковый мониторинг техники

Для привязки к осям адресации различных протяжённых характеристик объектов дорожной инфраструктуры в систему введены события. События не имеют геообъектов и отображаются на карте с помощью соответствующей легенды.

ботники управления «Архангельскавтодор», так и специалисты внешних организаций. Участие в этом проекте позволило получить навыки моделирования бизнес-процессов и постановки задач для их дальнейшей автоматизации. Кроме того, в рамках проекта ТАСИС была приобретена часть программно-аппаратных средств.

В соответствии с рекомендациями экспертов ТАСИС по окончании деятельности проекта ТАСИС управлением «Архангельскавтодор» была продолжена разработка автоматизированной системы CARMAN. Используя полученный опыт, на первом этапе был разработан эскизный проект ИС, по сути являющийся развёрнутым техническим заданием на разработку ИС в целом. Получив положительное заключение на эскизный проект от бывших коллег из ЕС, в 2004 году начались работы по реализации проекта.

Основные требования, предъявляемые при разработке системы

Первая группа требований представляет собой требования к аппаратно-программному комплексу и архитектуре системы. К данной группе можно отнести следующие требования:

- Система должна быть открытой и распределённой.
- Не должна производиться установка и настройка прикладного программного обеспечения на стороне клиента. Администрирование выполняется только в одном месте.
- Обновление программного обеспечения должно производиться однократно на сервере, а не на каждой рабочей станции.
- Система не должна быть требовательна к скорости линий связи между клиентом и сервером. Возможна нормальная работа для удалённых клиентов даже по коммутируемым линиям.
- Аппаратные требования для клиентской рабочей станции должны быть минимальны.
- В качестве клиента могут выступать любые портативные и мобильные устройства.
- Программное обеспечение не должно быть чувствительно к программной и аппаратной платформе.

Данные требования возникли по следующим причинам:

- Круг предполагаемых пользователей системы очень широк и в будущем может меняться.
- Пользователи системы — в основном, сотрудники органа управления автодорогами — как

правило, не являются квалифицированными специалистами в области информационных технологий.

■ Необходимость доступа к данным из любого места расположения клиента, в том числе, и непосредственно с дороги.

■ Необходимость сопряжения с системами мониторинга движения и сбора данных, т.е. возможности вводить данные в том месте, где они получены.

Для удовлетворения вышеперечисленным требованиям было принято решение принять трёхзвенную распределённую архитектуру системы (INTRANET).

Другим принципиальным требованием к ИС является адаптируемость к изменению информации об объектах и бизнес-процессах предметной области.

Это требование возникло по следующим основным причинам:

■ Возможны изменения не только в структуре объектов предметной области, но и в организационной структуре самой организации.

■ Непрерывное развитие объектов дорожной инфраструктуры на больших отрезках времени.

■ Высокая вероятность изменения бизнес-процессов.

■ Высокая вероятность возникновения потребности в новых экономических и других моделях и в постановке задач, требующих пересмотра отдельных подсистем ИС.

■ Предусмотренный и вынужденный пересмотр регламентов и технологий сбора отдельных данных как в результате внутренних потребностей управления, так и из-за появления новых приборов и инструментов.

■ Ответственность за достоверность данных, а также физическое расположение баз для определённых групп объектов дорожной инфраструктуры также может изменяться в течение жизненного цикла системы.

Поэтому ИС строится таким образом, чтобы легко адаптироваться к изменяющимся условиям, в которых приходится работать организации, управляющей дорогами.

Одним из важнейших требований к системе является требование к управлению данными.

В конце концов, качество информационной системы главным образом зависит от качества и достоверности данных, которые в ней хранятся. Поэтому необходимо уделять большое внимание к технологиям сбора данных. Вместе с тем на сегодняшний день в органах управления в том

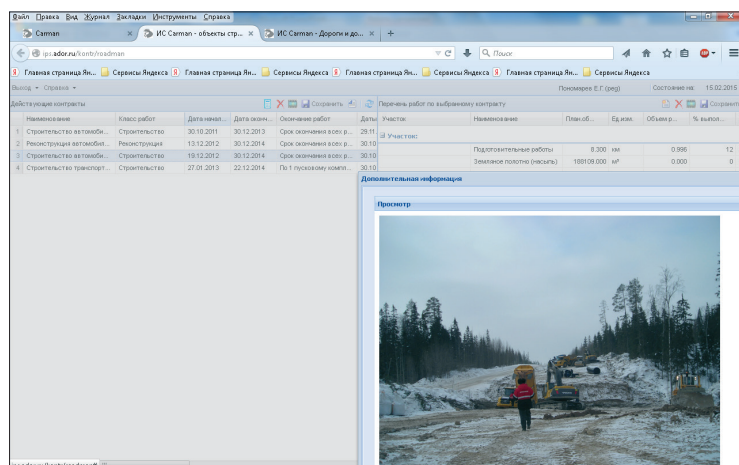


Рис. 6. Мониторинг контрактов по классам работ

или ином виде имеются данные о дорогах и дорожных объектах. По нашему мнению, в системе должна быть реализована возможность хранения любых данных, независимо от того, достоверны они или нет. Важно, чтобы система могла отличать данные, полученные в соответствии с принятыми технологиями сбора и которые им не соответствуют.

Мониторинг состояния объектов дорожной инфраструктуры, задачи учёта, а также моделирование требуют сохранения различной информации о прошлом. Для этого в системе предусмотрена возможность сохранять данные «истории» объектов.

Для получения стабильной базы дорожных данных, отражающей реальное состояние объектов инфраструктуры с заданной точностью, в определённые моменты времени принципиально необходимо соблюдать дисциплину сбора и ввода данных. Эта дисциплина закрепляется в соответствующих документах, называемых регламентами, которые должны иметь статус стандартов предприятия. Информация из этих документов закреплена в системе в виде соответствующих структур данных, тоже называемых регламентами. Данные считаются достоверными

только в том случае, когда они получены и введены в систему в соответствии с регламентом. В регламентах сохраняется и план, по которому производится сохранение данных «истории» объекта. В системе предусмотрен мониторинг информации регламентов. В результате такого мониторинга можно осуществить автоматический контроль актуальности данных и «истории», а также планировать сбор данных. При помощи этого механизма можно отслеживать отклонение состояния объекта от некоторого нормативного значения, которое описано в регламенте.

Система дорожной адресации

Система дорожной адресации служит для задания в текстовой форме положения дорожных объектов, а также различных характеристик и параметров дорог. В настоящее время дорожниками России, как правило, применяется дорожная адресация, которая задаёт пространственное положение объекта, определяемое в километрах от начала некоторой дороги (маршрута) [3]. Это так называемая линейная адресация, причём положение оси для задания линейного адреса обычно не определяется. Подразумевается некая воображаемая линия оси дороги. Эта простая система адресации, сложившаяся исторически, не позволяет однозначно определить положение объекта на дорогах со сложной топологией. Тем не менее эта система очень проста и привычна для дорожников-практиков, поэтому, с небольшими расширениями, она сохранена в качестве интерфейса к внутренней системе адресации. Внутреннее представление информации о положении объектов основано на применении географических координат. Для каждого дорожного объекта, для которого необходимо знать географическое положение и/или линейный адрес, должен существовать так называемый геообъект, положение которого и отображается на местности. Топологическая модель при таком подходе не является решающей при определении линейных адресов, а служит для поддержки некоторых приложений, связанных с решением транспортных задач. Линейный адрес объекта на определённой дороге является производной величиной и вычисляется геометрически через географические координаты геообъекта. Для того чтобы иметь возможность всегда вычислить линейный адрес по координатам, необходимо для каждой дороги назначить как минимум одну так называемую ось адресации.

Проекция характерных точек геообъектов на ось адресации некоторой дороги и дают линейные адреса объектов. Собственно линейный адрес имеет структуру представленную на рис.10.

Все изменения положения объектов, геометрии дороги и тому подобное производятся и сохраняются в географических координатах.

Для привязки к осям адресации различных протяжённых характеристик объектов дорожной

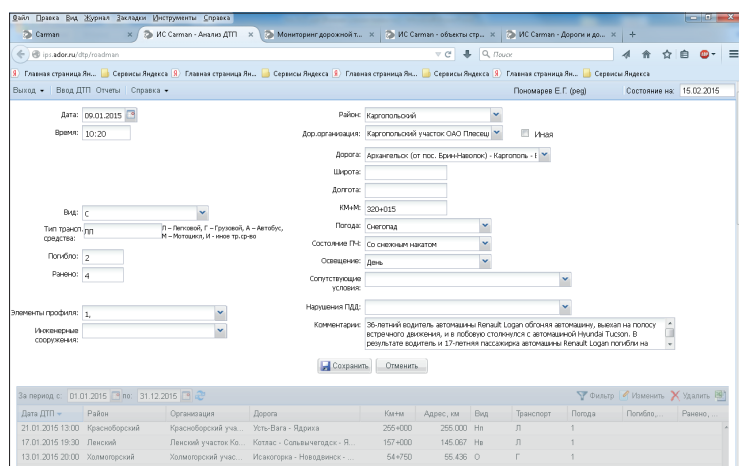


Рис. 7. Анализ дорожно-транспортных происшествий

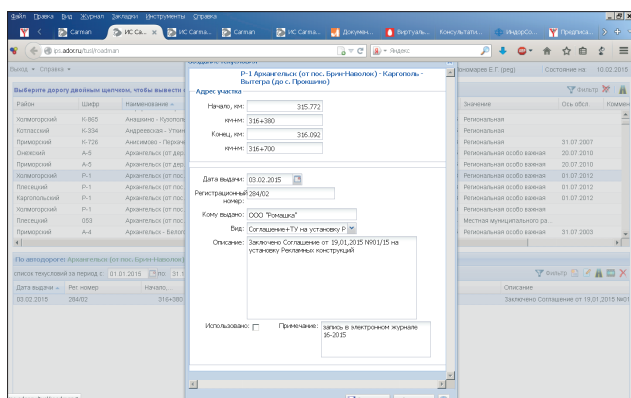


Рис. 8. Выдача технических условий

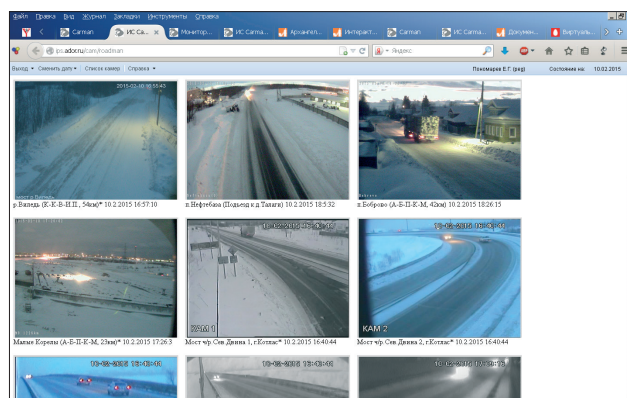


Рис. 9. Просмотр изображения с камер наблюдения

Дорога (обязательный)	Участок (необязательный), если нет, то «ПУСТО»	Адрес начала [км+] (обязательный)	Адрес конца [км+] (необязательный, если нет, то равен «Адрес начала»	Поперечное смещение [м+] [м-] (необязательный, если нет, то равен нулю
--------------------------	--	--------------------------------------	---	---

Рис. 10. Структура линейного адреса

инфраструктуры в систему введены события. События не имеют геообъектов и отображаются на карте с помощью соответствующей легенды.

Пользователь имеет две группы интерфейсов к данным о положении объектов. Первая группа связана с графическим представлением на плане местности и отображением средствами ГИС, вторая — с вычислением линейных адресов в пределах дороги, отображаемым в виде текста. По умолчанию линейный адрес отображается относительно начала оси адресации, дополнительно в системе предусмотрено отображение линейного адреса относительно начала участка или относительно любого существующего объекта (километрового знака, моста, трубы и т.д.). Вариант отображения линейного адреса выбирается пользователем системы.

Такой интерфейс обеспечивает выдачу дорожных адресов в традиционном виде для хранимых в базе географических координат объектов, а также ввод уже имеющихся данных о положении объектов, полученных традиционным способом через линейные адреса. Данные о положении объектов, полученные при помощи GPS, вводятся непосредственно в базу пространственных данных. Таким образом, пользователь имеет полную свободу (исходя из практических требований к точности и т.п.) в выборе способа определения положения объектов при

паспортизации, а именно: в виде линейных адресов или в виде географических координат. Из всего вышесказанного следует, что для поддержки такого подхода необходима полная интеграция в систему базы пространственных данных, что и реализовано в системе на уровне ядра. Кроме однозначности линейных адресов, интеграция базы пространственных данных и средств доступа к ним в виде ГИС-интерфейса имеет целый ряд дополнительных преимуществ:

- наглядный, интуитивный интерфейс через карту;
- возможность использования типичных для ГИС дополнительных функций и возможностей (геометрические измерения, автоматическое построение топологии и т.д.);
- возможность получения наглядных отчетов и материалов для анализа с использованием карты;
- возможность отображения оперативных данных в реальном времени, непосредственно в тех местах на карте, к которым эти данные относятся;
- независимость от какого-либо конкретного ГИС-продукта.

Методы разработки

Общеизвестно, что при разработке информационных систем стоимость ошибок, допущенных на стадиях постановки задач и проектирования,

чрезвычайно высока. Это относится и к данному проекту, поэтому самое пристальное внимание было уделено постановке задач и проектированию в целом. В ходе разработки применяется обязательное создание документированных моделей для всех понятий, представлений и объектов предметной области и основных элементов программного обеспечения, которые согласовываются с заказчиком. Если в процессе реализации модели необходимо изменять ранее принятые и утвержденные решения, то обязательно эти изменения обосновываются и согласовываются. Это позволяет избежать грубых ошибок на стадии проектирования, а также обеспечить точную постановку частных задач. При проектировании и разработке используется метод объектно-ориентированного моделирования с использованием языка UML. В ходе реализации проекта для предметной области используются следующие модели (в терминах UML):

- диаграммы вариантов использования бизнес-процессов («как есть» и с использованием ИС);
- диаграммы деятельности бизнес-процессов;
- диаграммы вариантов использования приложений ИС, реализующих соответствующие группы бизнес-процессов;
- диаграммы деятельности по вариантам использования приложений ИС;

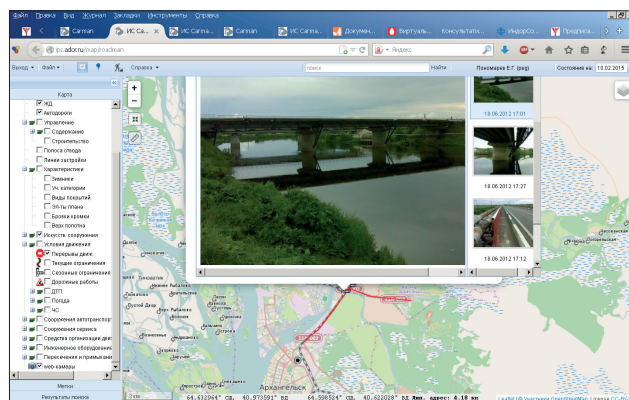
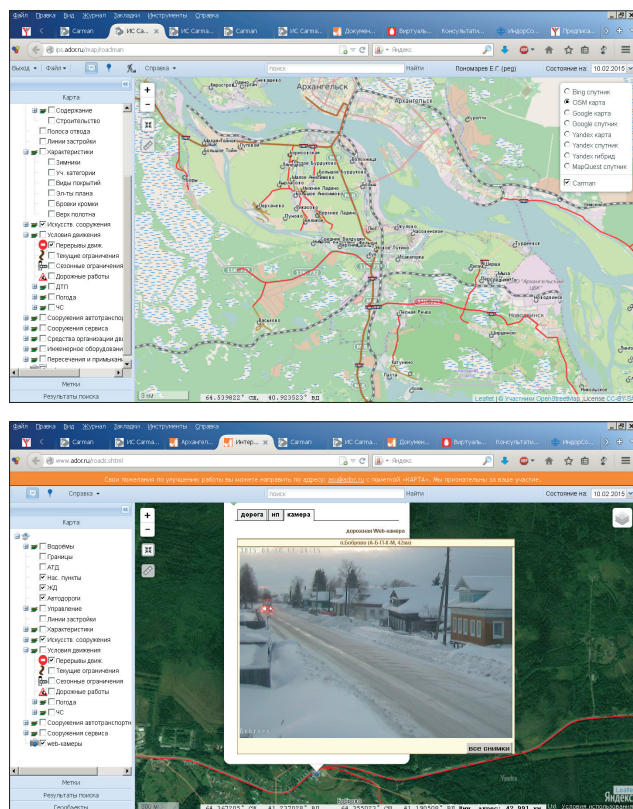


Рис. 11–13. Отображение информации на картографической основе основных интернет-сервисов

■ диаграммы классов для всех объектов и представлений предметной области;

■ диаграммы классов базы метаданных.

Разработанные приложения

1. Учёт и анализ автомобильных дорог и дорожных объектов, их состояния (технический учёт): паспортизация дорог, мостов, диагностика. (рис. 1–3) Получение различных табличных и графических отчётов (в том числе традиционные паспорта дорог, линейные графики).

Сбор данных производится с использованием системы видеопаспортизации, разработанной компанией «НПО Регион», г. Москва.

2. Оперативная информация. Информация от наших подрядчиков содержания о планируемых и выполненных работах, используемой технике, фактической погоде, чрезвычайных происшествиях, серьёзных ДТП, перерывах в движении, ограничениях на мостах и переправах и т.д. (рис. 4). Информация из гидрометеоцентра о прогнозируемой погоде. Оперативное информирование заинтересованных лиц о возникновении различных ситуаций (по e-mail, SMS).

3. Мониторинг техники. Спутниковый мониторинг техники, работающей на содержании дорог. Отслеживание передвижения техники наших подрядчиков (рис. 5).

4. Управление строительством. Мониторинг контрактов по классам работ: строительство, реконструкция, капитальный ремонт и ремонт. Периодические отчёты о состоянии дел на объекте (рис. 6).

5. Анализ ДТП. Информация о ДТП, подтверждённая органами полиции, определение мест концентрации ДТП. (рис. 7)

6. Выдача технических условий размещения объектов в придорожной полосе (рис. 8).

7. Просмотр изображения с камер наблюдения. На сети дорог установлено 23 камеры, которые с различной периодичностью передают фотоснимки на наш сервер (рис. 9).

8. Интерактивная карта (ГИС). Отображение информации из вышеперечисленных приложений на картографической основе основных интернет-сервисов (рис. 11–13). В настоящее время на карте возможно отображение 62 тематических слоёв, поэтому каждый пользователь имеет возможность настроить карту под свои задачи. Для пользователей автомобильных дорог на нашем сайте www.ador.ru сделана

усечённая по количеству слоёв карта, доступ к которой открыт для всех посетителей сайта.

Заключение

В ближайших планах по развитию системы можно выделить решение следующих важных задач:

1. Управление содержанием автодорог находится в стадии разработки, в 2015 году планируется реализовать полный жизненный цикл от подготовки лотов и заключения контрактов до реализации контроля за качеством выполнения работ и их приёмки.

2. Предписания. Приложение позволит выдавать предписания на выполнение работ и контролировать их исполнение всеми пользователями системы.

3. Мобильные версии. В 2015 году мы планируем разработать мобильные версии основных приложений системы. ■

Литература:

1. Геоинформационные системы в дорожном хозяйстве: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. VI. / А.В. Сковрцов [и др.]. М.: Информавтодор, 2006. 372 с.
2. Сковрцов А.В. Геоинформатика: Учебное пособие. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006. 336 с.
3. Сковрцов А.В. Адресный план автомобильной дороги // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. №1(1). С. 47–54.