

Министерство образования Российской Федерации
Томский государственный университет
Факультет информатики
Кафедра теоретических основ информатики

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГАК
зав.каф к.т.н., доцент,
_____ Костюк Ю.Л.
" ____ " _____ 2002г.

Графов Евгений Анатольевич

Разработка модулей расширения «График аварийности» и
«Теодолитный ход» для программного комплекса «INDOR»

дипломная работа

научный руководитель, к.т.н:
_____ С.П.Крысин

исполнитель:
студент гр. 1471
_____ Е.А.Графов

Электронная версия дипломной работы помещена в электронную
библиотеку: файл _____ Администратор _____ Дата _____

Томск 2002

РЕФЕРАТ

Дипломная работа, 36 стр., 8 рис., 3 табл., 7 источников.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОДОРОГ, ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «INDOR», МОДУЛИ РАСШИРЕНИЙ, ЧАСТНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ АВАРИЙНОСТИ, ГРАФИК АВАРИЙНОСТИ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ, ТЕОДОЛИТНАЯ СЪЁМКА, ТЕОДОЛИТНЫЙ ХОД.

(1) Объект исследования – принципы оценки безопасности движения на автодорогах и метод обработки полевых материалов теодолитной съёмки.

(2) Цель исследования – разработка модулей расширений для программного комплекса «INDOR» обеспечивающих автоматизацию построения графика коэффициентов аварийности участка автодороги и расчёта координат теодолитного хода.

(3) Метод исследования – практический эксперимент на ЭВМ.

(4) Реализованы модули расширений «График аварийности» и «Теодолитный ход» для программного комплекса по проектированию автодорог «INDOR».

(5) Модули позволят автоматизировать, а соответственно значительно сократить время работы на некоторых этапах проектирования автодорог.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЗОР СИСТЕМ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОДОРОГ	6
1.1 Существующие системы	6
1.2 Программный комплекс Indor	6
1.3 Постановка задачи	8
2. МОДУЛЬ «ГРАФИК АВАРИЙНОСТИ»	10
2.1 Принципы обеспечения безопасности движения на стадии проектирования новых и реконструкции существующих дорог	10
2.1.1 Общие положения	10
2.1.2 Оценка безопасности движения по дороге	10
2.1.3 Метод коэффициентов аварийности	12
2.1.4 Оценка безопасности движения по сезонным графикам коэффициентов аварийности	16
2.1.5 Пересечения в одном уровне	16
2.1.6 Пересечения в разных уровнях	17
2.1.7 Видимость дороги	17
2.1.8 Кривые в плане	18
2.1.9 Участки подъёмов и спусков	18
2.1.10 Сцепные свойства покрытий	19
2.1.11 Мосты и путепроводы	19
2.2 Алгоритм работы программы «График аварийности»	20
3. МОДУЛЬ «ТЕОДОЛИТНЫЙ ХОД»	21
3.1 Теодолитная съёмка	21
3.1.1 Теодолит	21
3.1.2 Съёмка теодолитных ходов	21
3.1.3 Обработка полевых материалов теодолитной съёмки	22
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	24
ЛИТЕРАТУРА	25
Приложение 1. Руководство пользователя программы «График аварийности»	26
Приложение 2. Руководство программиста программы «График аварийности»	28
Приложение 2. Руководство программиста программы «График аварийности»	29
Приложение 3. Руководство пользователя программы «Теодолитный ход»	31
Приложение 4. Руководство программиста программы «Теодолитный ход»	35

ВВЕДЕНИЕ

Дорожное хозяйство Российской Федерации на современном этапе является неотъемлемой частью единой транспортной системы страны, призванной содействовать решению общегосударственных и региональных социально-экономических проблем, а также осуществлению исполнения конституционного права граждан Российской Федерации на свободу передвижения. Поэтому строительство новых и реконструкция существующих автодорог является важнейшей отраслью промышленности в Российской Федерации.

Неотъемлемой частью строительства и реконструкции автодорог является проектирование. Это довольно сложный и трудоёмкий процесс, поэтому применение программного обеспечения для проектирования автомобильных дорог существенно повышает технический уровень и качество проектируемых объектов при заметном снижении их стоимости.

При использовании последних достижений науки улучшается качество и снижается стоимость капиталовложений в дорожное строительство. Поэтому необходимо внедрять в производство последние научно-технические разработки и программные обеспечения! Это необходимо для облегчения трудоёмких задач, улучшения качества, заметно уменьшив капитальные вложения.

Важным аспектом при проектировании и строительстве автодороги является обеспечение безопасности движения. Объективную оценку безопасности движения позволяет получить график коэффициентов аварийности. По стандартам, предъявляемым к проектной технической документации наличие в ней графика коэффициентов аварийности обязательно.

Построение графика аварийности в ручную это трудоёмкий и длительный процесс, занимающий не один день работы. Поэтому автоматизация этого процесса позволила бы значительно сократить время расчёта и построения графика.

Одной из целей данной работы является разработка модуля расширения «График аварийности» для программного комплекса «INDOR» позволяющего автоматически строить линейный график коэффициентов аварийности участка автодороги.

Ещё одной трудоёмкой задачей с которой приходится сталкиваться при проектировании автодороги это расчёт координат теодолитного хода.

Так как за рубежом так и в нашей стране создано немало геодезических программ, но, несмотря на это, российские геодезисты очень неохотно используют программные средства для обработки измерений. Дело здесь не только в отсутствии средств на приобретение компьютеров и программ. Многие геодезисты предпочитают производить расчёты на

стареньком калькуляторе, что кажется им более простым, быстрым и понятным. Геодезические программы в основном создаются на базе учебных или научно-исследовательских организаций и мало связаны с практикой, а значит, разработчики только переключают формулы из учебников, не заботясь об удобстве пользования. Программы далеко не всегда позволяют исправлять ранее введенные значения, и потому, обнаружив ошибку, пользователю приходится вводить заново либо все данные, либо большую их часть. Зарубежные программы не вполне пригодны для российских условий по причине несоответствия норм и технологий производства работ.

Поэтому второй целью данной работы является разработка модуля «Теодолитный ход» для автоматизации обработки полевых материалов теодолитной съёмки, по возможности без перечисленных выше недостатков.

1. ОБЗОР СИСТЕМ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОДОРОГ

1.1 Существующие системы

В настоящее время в России широко распространены программные комплексы, такие как CREDO, GIP разработанные российскими специалистами, RoadMix разработанная зарубежными специалистами и некоторые другие комплексы.

Программный комплекс CREDO предназначен для решения множества инженерно-геодезических задач, и состоит из нескольких модулей, только один из которых предназначен именно для проектирования автодорог 2-4 категорий. По мнению специалистов инженерно-дорожного центра «Индор» основным недостатком как программного комплекса CREDO так комплекса GIP является несоответствие этих комплексов существующему сегодня программному обеспечению. Так как эти комплексы были разработаны для операционной системы DOS и только в последнее время начали перерабатываться под Windows. Ещё одним недостатком системы CREDO является невозможность проектирования автодорог первой категории.

Основным недостатком системы RoadMix является довольно большая стоимость, которая не позволяет приобрести эту систему большинству проектных организаций РФ.

Поэтому специалисты инженерно-дорожного центра «Индор» поставили перед собой задачу создания новой системы, объединяющей в себе плюсы известных систем и лишённой, по возможности, описанных выше недостатков. По мнению автора данной работы и некоторых проектно-строительных организаций они справились с поставленной перед собой задачей.

1.2 Программный комплекс Indor

Программный комплекс Indor разработан для решения инженерных задач дорожной отрасли. В первую очередь это - задачи изысканий и проектирования автомобильных дорог, которые реализуются посредством системы проектирования автомобильных дорог Indor ReCAD. [5]

Система Indor ReCAD позволяет проектировать автомобильные дороги всех категорий на стадии их строительства, реконструкции и ремонта. В основу идеологии системы положены, в первую очередь, расчетные схемы для реконструкции дорог. Новое строительство здесь понимается как частный случай реконструкции, т.е. отсутствует фактор

учета элементов существующей дороги. Аббревиатура ReCAD собственно и обозначает РЕКонструкция Автомобильных Дорог.

В системе Indor ReCAD реализован принцип единой модели дороги, то есть любые изменения в одной из проекций дороги (план, продольный и поперечный профили) приведут к соответствующим изменениям в других проекциях. Такой подход позволяет получить не противоречивые проектные решения и обеспечивает организацию коллективной работы над одним проектом.

Функции компонентов системы ReCAD предоставляют возможность:

- Обработать геодезическую информацию, полученную разными методами (нивелирование, тахеометрическая съемка, GPS-съемка).
- Формировать цифровые модели местности (ЦММ), редактировать их, на их основе посредством триангуляции создавать поверхности, представлять их в виде твердотельных моделей для визуального анализа.
- Трассировать автомобильные дороги как с применением традиционных геометрических элементов (дуги окружностей и клотоиды), так и современных инструментов вычислительной математики (кривые Безье и сплайны).
- Проектировать верх земляного полотна (виражи) в том числе и с учетом сплайновой природы трасс.
- Конструировать дорожную одежду и поперечные профили как типовые, так и индивидуальные.
- Отображать 3D-вид как существующей дороги (ЦММ), так и проектируемой (ЦМП).
- Формировать чертежи и ведомости для последующего их редактирования соответственно в Indor RoAD и Microsoft Excel. [6]

Редактор Indor RoAD является удобным инструментом для работы инженера-дорожника при решении ряда актуальных производственных расчетно-графических задач. Он может быть полезен инженеру на стадиях изысканий и проектирования, паспортизации и диагностики, инвентаризации и кадастра, подготовки строительства (реконструкции, ремонта) и приемки выполненных работ, оценки уровня содержания и планирования мероприятий по безопасности движения на автомобильных дорогах.

Помимо того, что RoAD имеет достаточно развитые функции и инструментальные средства, характерные для векторных редакторов, в его составе – ряд программных модулей, решающих специализированные задачи для дорожной отрасли. В стандартной поставке RoAD установлены, для примера, 2 модуля: по обработке данных тахеометрической съемки и разработке схем дислокации дорожных знаков.

Если попытаться определить место этого программного продукта среди многих других, то, в современных понятиях и терминах, его можно назвать электронным офисом инженера-дорожника. К тому же разработчики попытались создать условия для связи и совместной работы редактора RoAD с общепризнанным Microsoft Office. Вы можете передавать через буфер обмена текстовые и табличные документы Office в редактор RoAD и редактировать их по OLE-технологии. Эти возможности редактора должны способствовать эффективной подготовке вами квалифицированных технических отчетов и проектной документации.

Если объектом работы в системе ReCAD является, в первую очередь, модель проектируемой автомобильной дороги, то в редакторе RoAD таким объектом является чертеж. В нашем понимании такой подход к организации программных средств взаимно дополняет друг друга и служит надежной основой при разработке качественных инженерных решений для дорожной отрасли. [7]

1.3 Постановка задачи

Целью данной работы является автоматизация процесса построения графика коэффициентов аварийности и расчёта координат теодолитного хода посредством создания двух внешних модулей (plug-in'ов) для программного комплекса Indor:

- 1) Модуль «График аварийности», который должен:
 - a) по введённым или полученным автоматически параметрам автодороги производить вычисление частных коэффициентов аварийности;
 - b) автоматически после запуска из ReCAD'а анализировать участок дороги из текущего проекта ReCAD'а и по полученным данным выполнять расчёт частных коэффициентов аварийности, заносить их в соответствующие графы графика с дальнейшим вычислением итоговых коэффициентов;
 - c) иметь возможность ручной корректировки полученных данных;
 - d) иметь возможность ручной выборки нужного участка текущей автодороги;
 - e) иметь удобную возможность ручного ввода характеристик участков рассматриваемой дороги, по которым далее автоматически рассчитываются частные коэффициенты аварийности, и заносятся в соответствующие графы графика;
 - f) иметь возможность включать или выключать влияние того или иного частного коэффициента на итоговый коэффициент;
 - g) сохранять полученные либо введённые данные;
 - h) загружать ранее сохранённые данные;

- i) формировать полный чертёж линейного графика коэффициентов аварийности в RoAD;
- 2) Модуль «Теодолитный ход», который должен:
- a) иметь возможность удобного ввода исходных данных;
 - b) автоматически вычислять угловые и линейные невязки и в соответствии с ними корректировать вычисленные данные;
 - c) иметь возможность сохранения и загрузки ранее сохранённых данных;
 - d) уметь экспортировать полученную ведомость координат теодолитного хода в текстовый формат и в Microsoft Excel;
 - e) иметь возможность создавать в RoAD'е точки с вычисленными координатами и помеченными выбранными заранее условными знаками;

Все перечисленные возможности позволят с успехом использовать эти программы в программном комплексе Indor, что намного упростит некоторые виды деятельности связанные с проектированием автодорог. К тому же программы для расчёта коэффициентов и построения графика коэффициентов аварийности с возможностями перечисленными выше автором данной работы не найдено ни в одной известной ему системе.

2. МОДУЛЬ «ГРАФИК АВАРИЙНОСТИ»

2.1 Принципы обеспечения безопасности движения на стадии проектирования новых и реконструкции существующих дорог

2.1.1 Общие положения

Обеспечение безопасности движения и высоких транспортных качеств, автомобильных дорог является первоочередной обязанностью всех дорожных организаций, как проектных, так и эксплуатационных.

Проектные решения новых дорог и планируемые текущие мероприятия по ремонту и содержанию дорог и повышению безопасности движения эффективны только в тех случаях, когда они базируются на анализе закономерностей движения транспортных потоков и одиночных автомобилей, на результатах исследований причин аварийности и ухудшения условий работы водителей.

Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог определяются скоростью и себестоимостью перевозок, безопасностью и удобством проезда по дороге, её пропускной способностью. Они не могут быть выражены обобщённым показателем. Поэтому при оценке участка дороги необходимо выяснить:

- среднюю скорость движения по дороге и на отдельных участках;
- степень опасности дорожно-транспортных происшествий (ДТП);
- удобство дороги для водителей и пассажиров;
- пропускную способность дороги.

Эти же показатели следует использовать при оценке вариантов проектных решений и мероприятий, направленных на повышение транспортно-эксплуатационных качеств дороги.

2.1.2 Оценка безопасности движения по дороге

Повышенным количеством дорожно-транспортных происшествий и высокой вероятностью появления заторов чаще всего характеризуются участки:

а) на которых резко уменьшается скорость движения, преимущественно в связи с недостаточной видимостью и устойчивостью движения. В этом случае при высокой интенсивности и большой скорости движения возможны наезды на впереди идущие транспортные средства и съезды с дороги. Такие участки, как правило, имеют пониженную пропускную способность;

б) у которых какой-либо элемент дороги не соответствует скоростям движения, обеспечиваемым другими элементами (скользкое покрытие на кривой большого радиуса, узкий мост на длинном прямом горизонтальном участке, кривая малого радиуса в конце

затяжного спуска, сужение дороги, скользкие обочины и т. д.). В таких местах чаще всего происходит опрокидывание транспортных средств или их съезд с дороги;

с) где из-за погодных условий создается несоответствие между скоростями движения на этих участках и на остальной дороге (заниженное земляное полотно там, где часты туманы, гололед; участки дороги, проходящие по северным склонам гор и холмов или около промышленных предприятий, и т. д.);

d) где возможны скорости, которые могут превысить безопасные пределы (длинные затяжные спуски на прямых, одиночные кривые малого радиуса на дороге, протрассированной кривыми больших радиусов);

e) где у водителя исчезает ориентировка в дальнейшем направлении дороги или возникает неправильное представление о нем (поворот в плане непосредственно за выпуклой кривой, неожиданный поворот в сторону с примыканием второстепенной дороги по прямому направлению);

f) слияние или перекрещивания транспортных потоков на пересечениях дорог, примыканиях, съездах, переходно-скоростных полосах;

g) проходящие через малые населенные пункты или расположенные против пунктов обслуживания, автобусных остановок, площадок отдыха и т. д., где имеется возможность неожиданного появления пешеходов и транспортных средств с придорожной полосы;

h) где однообразный придорожный ландшафт, план и профиль способствуют потере водителем контроля за скоростью движения или вызывают быстрое утомление и сонливость (длинные прямые участки в степи).

Мероприятия по обеспечению безопасности движения, как правило, улучшают условия движения, снижают задержки и повышают средние скорости потока автомобилей.

Существует несколько методов оценки безопасности движения по дороге это:

➤ Метод оценки аварийности – здесь для получения сопоставимых данных при анализе дорожных условий пользуются системой показателей – коэффициентами относительной аварийности или коэффициентами происшествий, измеряемыми количеством ДТП на 1 млн. автомобиле-километров;

➤ Метод коэффициентов безопасности – коэффициентами безопасности называют отношение максимальной скорости движения на участке к максимальной скорости въезда автомобилей на этот участок;

➤ Метод конфликтных ситуаций – под конфликтной понимается дорожно-транспортная ситуация, возникающая между участниками дорожного движения или движущимся автомобилем и обстановкой дороги, при которой возникает опасность ДТП, если в действиях участников не произойдет изменений, и они будут продолжать движение.

Для использования метода конфликтных ситуаций необходимы данные о режимах движения, получаемых при помощи автомобилей-лабораторий. Показателем наличия конфликтной ситуации является изменение скорости или траектории движения автомобиля;

➤ Метод коэффициентов аварийности – это метод, наиболее часто используется для оценки безопасности движения, и он дает наиболее полную картину о безопасности движения на исследуемом участке дороги. Более подробно этот метод рассмотрен ниже.

2.1.3 Метод коэффициентов аварийности

Коэффициент аварийности представляет собой произведение частных коэффициентов, учитывающих влияние отдельных элементов плана и профиля,

$$K_{ав} = \prod_{i=1}^{17} K_i,$$

где K_i – отношение количества ДТП(дорожно-транспортное происшествие) на участке дороги с различными элементами плана и профиля к количеству ДТП на эталонном прямом горизонтальном участке дороги с проезжей частью шириной 7,5 м, шероховатым покрытием и укрепленными обочинами шириной 3,5 м.

Дорожные организации, осуществляя учёт и анализ ДТП, могут устанавливать дополнительные коэффициенты, учитывающие местные условия.

Приведённые ниже (см. табл.1) значения частных коэффициентов аварийности основаны на анализе статистики ДТП и применимы для дорог в равнинной и холмистой местностях.

Табл. 1 Частные коэффициенты аварийности

Интенсивность движения, тыс. авт./сут	3	5	7	9	11	13	15	20
K_1 (двухполосные дороги)	0,75	1,0	1,30	1,70	1,80	1,5	1,0	0,6
K_1 (трёхполосные дороги) при разметке ПЧ на три полосы движения	0,65	0,75	0,9	0,96	1,25	1,5	1,3	1,0
K_1 (трёхполосные дороги) при разметке осевой линии	0,94	1,18	1,28	1,37	1,51	1,63	1,45	1,25
Интенсивность движения, тыс. авт./сут	10	15	18	20	25	28	30	
K_1 (четыре полосы движения и более)	1,0	1,1	1,3	1,7	2,2	2,8	3,4	

Ширина проезжей части, м	6	7	7,5	9	10,5	14-15¹⁾	14²⁾
К₂ при укрепленных обочинах	1,35	1,05	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5
К₂ при неукрепленных обочинах	2,5	1,75	1,5	1,0	0,9	0,8	0,7
¹ Без разделительной полосы.							
² С разделительной полосой							
Ширина обочин, м	0,5	1,5	2,0	3,0	4,0		
К₃ (двухполосные дороги)	2,2	1,4	1,2	1,0	0,8		
К₃ (трёхполосные дороги)	1,37	0,73	0,65	0,49	0,35		
Продольный уклон, ‰	20	30	50	70	80		
К₄	1,0	1,25	2,5	2,8	3,0		
Радиус кривых в плане, м	100	150	200-300	400-600	1000-2000	>2000	
К₅	5,4	4,0	2,25	1,6	1,25	1,0	
Видимость, м	50	100	150	200	250	350	400
К₆ в плане	3,6	3,0	2,7	2,25	2,0	1,45	1,2
К₆ в профиле	5,0	4,0	3,4	2,5	2,4	2,0	1,4
Ширина ПЧ мостов по отношению к ПЧ дороги	Меньше на 1 м	Равна	Шире на 1 м	Шире на 2 м	Равна ширине земляного полотна		
К₇	6,0	3,0	2,0	1,5	1,0		
Длина прямых участков, км	3,0	5	10	15	20	25	
К₈	1,0	1,1	1,4	1,6	1,9	2,0	
Тип пересечения	<i>В разных уровнях</i>						
	<i>Кольцевые пересечения</i>		<i>В одном уровне при интенсивности движения на пересекаемой дороге, % от суммарной на двух дорогах:</i>				
			<i>10</i>	<i>10-20</i>	<i>>20</i>		
К₉	0,35	0,70	1,5	3,0	4,0		
<i>Пересечение в одном уровне, интенсивность движения по основной дороге, авт./сут</i>	1600-3500	3500-5000	5000-7000 и более				
К₁₀	2,0	3,0	4,0				
<i>Видимость пересечения в одном уровне с примыкающей дороги, м</i>	60	60-40	40-30	30-20	20		
К₁₁	1,0	1,1	1,65	2,5	5,0		
<i>Число основных полос на проезжей части для прямых направлений движения</i>	2	3 без разметки	3 с разметкой полос движения	4 без разделительной полосы	4 с разделительной полосой		
К₁₂	1,0	1,5	0,9	0,8	0,65		

Расстояние проезжей части от застройки, м, и её характеристика	50¹⁾	50-20²⁾	50-20³⁾	20-10³⁾	10⁴⁾	10⁵⁾
К⁶⁾₁₃	1,0	1,25	2,5	5,0	7,5	10,0
¹ Населённый пункт с одной стороны дороги. ² То же, имеются тротуары или пешеходные дорожки. ³ Населённый пункт с двух сторон дороги, имеются тротуары и полосы местного движения. ⁴ Для местного движения полосы отсутствуют, имеются тротуары. ⁵ Полосы для местного движения и тротуары отсутствуют. ⁶ Если при характеристиках застройки, указанные в сносках 3, 4 и 5, населённый пункт находится с одной стороны дороги, значения К ₁₃ берутся вдвое меньшими.						
Длина населённого пункта, км	0,5	1	2	3	5	6
К₁₄	1	1,2	1,7	2,2	2,7	3,0
Длина участков на подходах к населённым пунктам, м	0-100	100-200	200-400			
К₁₅	2,5	1,9	1,5			
Коэффициент сцепления при скорости 60 км/ч	0,2-0,3	0,4	0,6	0,7	0,75	
К₁₆	2,5	2,0	1,3	1,0	0,75	
Ширина разделительной полосы, м	1	2	3	5	10	15
К₁₇	2,5	2,0	1,5	1	0,5	0,4
Расстояние от кромки проезжей части до обрыва глубиной более 5 м, м	0,5	1,0	1,5	2	3	5
К₁₈ без ограждений	4,3	3,7	3,2	2,75	2,0	1,0
К₁₈ с ограждениями	2,2	2,0	1,85	1,75	1,4	1,0

При построении графиков коэффициентов аварийности вручную значения частных коэффициентов аварийности для разных участков не интерполируют, а принимают ближайшее из приведённых.

При разработке программ для расчётов на ЭВМ можно пользоваться зависимостями частных коэффициентов аварийности от определяющих их факторов.

Итоговые коэффициенты аварийности устанавливают на основе анализа плана и профиля или линейного графика исследуемого участка дороги путём перемножения частных коэффициентов.

По значениям итоговых коэффициентов аварийности строят линейный график (Рис х). На него наносят план и профиль дороги, выделив все элементы, от которых зависит безопасность движения (продольные уклоны, вертикальные кривые, кривые в плане, мосты, населённые пункты, пересекающие дороги и др.). На графике фиксируют по отдельным участкам среднюю интенсивность движения по данным учёта дорожных организаций или специальных изыскательных партий, а для проектируемых дорог – перспективную

интенсивность движения. Под планом и профилем выделяют графы для каждого из учитываемых показателей, для которых выше приведены коэффициенты аварийности.

При построении графика коэффициентов аварийности дороге анализируют по каждому показателю, выделяя однородные по условиям участки. При этом необходимо учитывать, что влияние опасного места распространяется на прилегающие участки, где возникают ощутимые помехи для движения (Табл. 2.).

Табл. 2 Зоны влияния частных коэффициентов

Элемент дороги	Зона влияния
Подъёмы и спуски	100 м за вершиной подъёма, 150 м после подошвы спуска
Пересечения в одном уровне	В каждую сторону по 50 м
Кривые в плане с обеспеченной видимостью при $R > 400$ м	В каждую сторону по 50 м
Кривые в плане с необеспеченной видимостью при $R < 400$ м	В каждую сторону по 100 м
Мосты и путепроводы	В каждую сторону по 75 м
Участки в местах влияния боковых препятствий и с глубокими обрывами у дороги	В каждую сторону по 50 м
Участки подходов к тоннелям	В каждую сторону по 150 м

В проектах реконструкции дорог и нового строительства рекомендуется перепроектировать участки, для которых итоговый коэффициент аварийности превышает 15-20.

В проектах улучшения дорог при капитальном ремонте в условиях холмистого рельефа следует предусматривать перестройку участков с коэффициентами аварийности более 25-40.

На горных дорогах с позиции безопасности движения допустимыми можно считать участки со значением итогового коэффициента аварийности менее 35 и более 350. Однако следует иметь в виду, что при его значениях более 350 скорости движения и пропускная способность дороги значительно снижается.

При значениях итоговых коэффициентов аварийности, близких к предельно допустимым, рекомендуется:

- производить разметку проезжей части, запрещающую обгон с выездом на полосу встречного движения при коэффициентах аварийности более 10-20;
- устанавливать знаки запрещения обгона и ограничения скорости при коэффициентах аварийности более 20-40;

На горных дорогах предусматривается также устройство трясущих полос на подходах к опасным участкам, устройство на кривых малых радиусов по оси дороги разделительных полос.

2.1.4 Оценка безопасности движения по сезонным графикам коэффициентов аварийности

Для учета влияния погодно-климатических факторов на безопасность движения и оценки изменения условий движения в различные сезоны года для дорог в I и II зонах строят сезонные графики коэффициентов аварийности применительно к летнему, зимнему и переходным периодам года. В III зоне (за исключением дорог с регулярным автобусным движением) графики строят только для летнего и переходных периодов.

Для проектируемых дорог частные коэффициенты аварийности принимают исходя из ожидаемого изменения параметров геометрических элементов дорог в разные сезоны года. Для этого проектные значения параметров умножают на поправочные коэффициенты. По полученным значениям геометрических параметров дорог в разные периоды года определяют частные коэффициенты аварийности.

Для существующих дорог следует исходить из установленных наблюдениями параметров дорог в различных погодно-климатических условиях.

Графики коэффициентов аварийности для разных сезонов следует совмещать на одном бланке, что даёт возможность выявить опасные участки и оценить изменение степени их опасности по сезонам года.

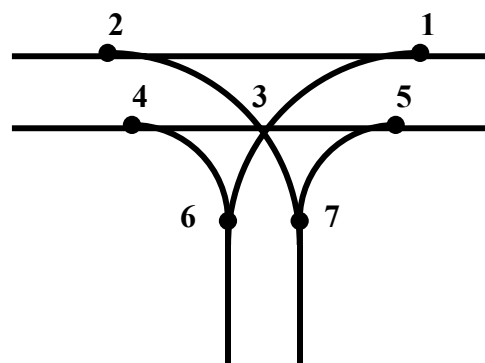
График сезонных коэффициентов аварийности является основным рабочим документом для оценки условий безопасности движения по дороге в различные периоды года, на основании которого разрабатываются конкретные мероприятия по повышению безопасности движения и сроки их проведения на разных участках.

Далее рассмотрим несколько параметров, которые входят в график коэффициентов аварийности и как они влияют на безопасность движения .

2.1.5 Пересечения в одном уровне

На пересечениях в одном уровне безопасность движения зависит от направления и интенсивности пересекающихся потоков, числа точек пересечения, разветвлений и слияния потоков движения – конфликтных точек, а также от расстояния между этими точками (рис. 1). Чем больше автомобилей проходит через конфликтную точку, тем больше вероятность возникновения в ней дорожно-транспортного происшествия.

Рис. 1 Схема конфликтных точек на примыканиях автомобильных дорог в одном уровне:
 1,4,7 – точки разделения потоков;
 2,5,6 – точки слияния потоков;
 3 – точка пересечения потоков.



2.1.6 Пересечения в разных уровнях

Безопасность движения на пересечениях в разных уровнях зависит от интенсивности потоков автомобилей, происходящих через конфликтные точки, количество и степень опасности которых определяются схемой развязки. На полных развязках в разных уровнях пересечения потоков движения исключаются, и в конфликтных точках происходят только маневры слияния и разделения. Схемы развязок неполного типа допускают пересечения потоков автомобилей и развороты на второстепенной дороге (см. Рис. 2).

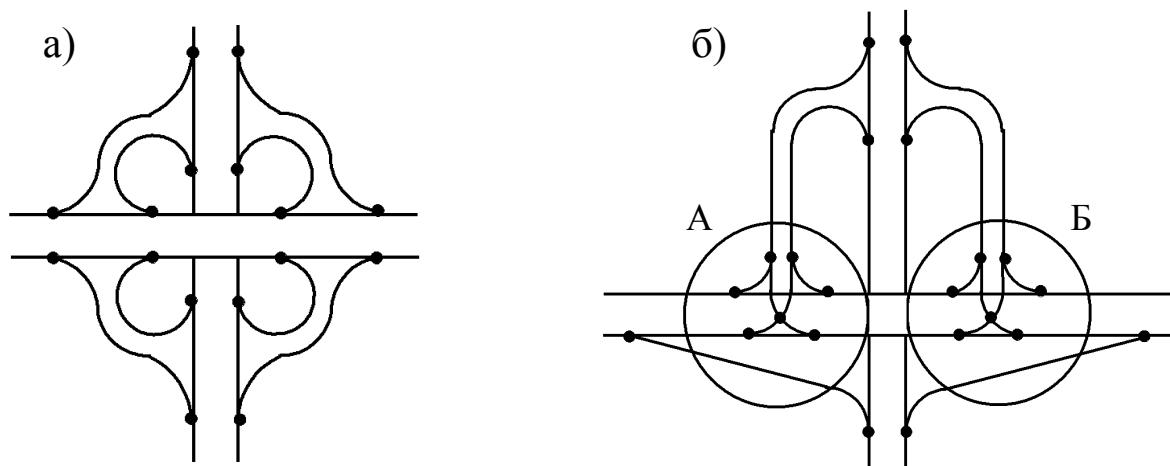


Рис. 2. Схема конфликтных точек на транспортных развязках:
 а – полная транспортная развязка; б – неполная транспортная развязка (узлы А и Б оцениваются как пересечения в одном уровне); ● - конфликтные точки.

2.1.7 Видимость дороги

Обеспеченная на дороге видимость является важнейшим показателем ее транспортно-эксплуатационных качеств и безопасности движения. Фактическое расстояние видимости на кривых в плане и в продольном профиле определяет скорости движения, которые при

недостаточной видимости существенно снижаются по сравнению со скоростями, обеспеченными радиусами кривых и коэффициентами сцепления дорожных покрытий. При равных значениях видимости количество ДТП на участках вертикальных кривых примерно в 2 раза выше, чем на кривых в плане, что указывает на необходимость повышенного внимания к обеспечению видимости при проектировании продольного профиля.

Рекомендуется, учитывая условия местности, принимать расстояния видимости поверхности дороги не менее 450м. Отход от этого требования возможен лишь при наличии экономического обоснования.

Минимальное расстояние видимости поверхности дороги в исключительных случаях (сложный рельеф, препятствия для трассирования дороги в плане, близость жилой застройки) нормируются СНиП 2.02.05-85. Это расстояние видимости рассчитано на время реакции водителя 1,0с. Повсеместно применение этого норматива приводит к образованию сложных дорожных условий; затрудняется или становится невозможным обгон, увеличивается напряженность работы водителя, возрастает вероятность ДТП.

2.1.8 Кривые в плане

В соответствии с рекомендациями СНиП 2.05.02-85 следует принимать при проектировании дорог радиусы кривых в плане не менее 3000 м.

Кривые в плане с минимальными радиусами согласно СНиП 2.05.02-85 разрешается применять лишь в исключительных случаях, когда увеличение радиусов кривых в плане не возможно из-за сложности рельефа или может вызвать снос большого количества строений, или занятие дорогой ценных сельскохозяйственных земель.

При выборе радиусов кривых в плане следует стремиться обеспечивать не только устойчивость автомобиля против заноса, но и зрительную плавность дороги.

2.1.9 Участки подъёмов и спусков

Предельные длины подъёмов и спусков следует по возможности назначать с учётом продольного уклона (см. Табл. 3.)

Табл. 3 Связь продольного уклона с предельной длиной подъёма и спуска.

Продольный уклон, ‰	30	40	50	60	70	80	90
Предельная длина, м.	1200	600	400	300	250	200	150

С целью предупреждения ДТП при движении на спуск нельзя располагать в конце затяжных спусков кривые в плане малых радиусов, пересечения в одном уровне, искусственные сооружения с узкой проезжей частью.

2.1.10 Сцепные свойства покрытий

Сцепные свойства дорожного покрытия в значительной степени определяют длину тормозного пути автомобиля, оказывает большое влияние на его устойчивость и управляемость, в связи с чем являются важнейшим параметром, влияющим на безопасность движения.

Ровные дорожные покрытия в сухом и чистом состоянии независимо от их шероховатости имеют высокие сцепные свойства. Во время дождя слой воды на проезжей части дороги уменьшает площадь непосредственного контакта шины с поверхностью покрытия, что приводит к снижению его сцепных свойств.

Сцепные свойства покрытия в мокром состоянии зависят от шероховатости его поверхности. Визуально отличить гладкие покрытия, опасные для движения автомобилей, от относительно безопасных мелкошероховатых невозможно. В связи с этим для выявления потенциально опасных участков сцепные свойства усовершенствованных покрытий, построенных с применением вяжущих, следует регулярно оценивать при мокром их состоянии специально разработанными для этой цели приборами.

2.1.11 Мосты и путепроводы

Расположение любого моста или путепровода не должно вносить резких и неожиданных для водителя изменений в направлении трассы.

Неблагоприятное влияние узких мостов на режимы и безопасность движения резко уменьшается с увеличением их габаритов и практически перестаёт проявляться при ширине проезжей части моста, превышающей ширину проезжей части дороги на 3-4 м.[3]

2.2 Алгоритм работы программы «График аварийности»

После вызова приложения «График аварийности» из системы ReCAD оно опрашивает систему на наличие открытого проекта и наличия текущей трассы. Все взаимодействия приложения с системой ReCAD производятся через ActiveX интерфейсы. Если приложение не определило наличие трассы, то алгоритм выводит сообщение об ошибке и завершает работу. Если трасса найдена на чертеже, алгоритм запрашивает пикетажные положения начала и конца трассы. Далее алгоритм создает 17 списков записей начальные адреса, которых заносятся в массив. Каждый список соответствует параметру трассы, который необходим для построения графика. Затем в цикле по длине трассы с шагом 1м. алгоритм получает параметры трассы на каждом метре, которые возможно получить у системы, и разбивает трассу на участки с различными значениями параметров, каждый участок добавляется в соответствующий список.

Запись списка состоит из следующих полей:

- начальное пикетажное положение участка;
- конечное пикетажное положение участка;
- значение параметра трассы;
- значение частного коэффициента аварийности участка трассы, соответствующий значению параметра трассы на данном участке;
- Вспомогательные поля (указатель на предыдущую запись, на следующую запись и др.).

После того как сформируются списки, на экран отображаются участки, соответствующие записям списка, по середине которых отображается значения частного коэффициента аварийности на этом участке.

Далее алгоритм пробегает трассу по всей длине, и на каждом метре значения частных коэффициентов перемножаются. Получаются итоговые коэффициенты аварийности трассы на каждом метре, которые затем объединяются в участки, внутри которых итоговые коэффициенты одинаковы. Полученные участки нумеруются и также отображаются на экран.

После автоматического формирования списков пользователю предоставляется возможность вручную внести те данные, которые не удалось получить автоматически, либо откорректировать имеющиеся. Перерасчёт итоговых коэффициентов программа выполнит автоматически после изменения, каких либо исходных данных.

3. МОДУЛЬ «ТЕОДОЛИТНЫЙ ХОД»

3.1 Теодолитная съёмка

3.1.1 Теодолит

Основным геодезическим прибором при теодолитной съёмке является теодолит (см. Рис 3). Он предназначен для измерения и разбивки горизонтальных и вертикальных углов на местности, ориентирования линий по истинному и магнитному меридианам, определения расстояний по дальномеру.



Рис. 3

3.1.2 Съёмка теодолитных ходов

Теодолитная съёмка - это топографическая съёмка, при которой на местности измеряют расстояния мерной лентой, а направления линий определяют по горизонтальному кругу или буссоли теодолита. Служит для создания съёмочной сети и для съёмки небольших участков местности в инженерных целях.[2]

Полевые работы по теодолитной съёмке выполняют в следующей последовательности:

рекогносцировка местности и выбор полигона для съёмки с закреплением точек теодолитного хода;

измерение внутренних горизонтальных углов и длин линий.

Различают три типа теодолитных ходов:

- *Замкнутый (основной)*

- *Разомкнутый (диагональный)* – это ход, который опирается на две известные точки, начальную и конечную.
- *Висячий* – это тоже разомкнутый ход, у которого не известна конечная точка.

Съёмку теодолитного хода производят способом обхода. При этом способе теодолит последовательно ставят в каждой вершине и измеряют горизонтальные углы, лежащие вправо по ходу.

Длины линий между вершинами измеряют мерной лентой.

Для ориентирования теодолитного хода по магнитному меридиану измеряют магнитный азимут начальной стороны.

Все измеренные данные записываются в журнал измерений, далее производится их обработка.

3.1.3 Обработка полевых материалов теодолитной съёмки

Обработку материалов теодолитной съёмки проводят в следующей последовательности:

1. Определяют сумму измеренных горизонтальных углов $\sum\beta_{\text{изм}}$ теодолитного хода и сравнивают её с теоретической суммой $\sum\beta_{\text{т}}$, вычисленной по формулам:

- $\sum\beta_{\text{т}}=180^\circ(n-2)$ – теоретическая сумма внутренних углов для замкнутого хода, где n – число сторон теодолитного хода;
- $\sum\beta_{\text{т}}=\alpha_{\text{нач}}+180^\circ n-\alpha_{\text{кон}}$ – теоретическая сумма правых по ходу углов для разомкнутого (диагонального) хода, где $\alpha_{\text{нач}}$ – дирекционный угол стороны, к которой примыкает диагональный ход в начале хода; $\alpha_{\text{кон}}$ – дирекционный угол стороны, к которой примыкает диагональный ход в конце хода; n – число углов диагонального хода вместе с примыкающими углами.

2. Определяют угловую невязку по формуле: $f_{\beta}=\sum\beta_{\text{п}}-\sum\beta_{\text{т}}$.

3. Если угловая невязка меньше предельно допустимой, её распределяют с обратным знаком по углам, округляя дробные значения минут до целых. Значения исправленных углов заносят в ведомость координат. Сумма исправленных углов должна быть равна теоретической сумме.

4. По начальному дирекционному углу и увязанным углам вычисляют дирекционные углы всех остальных сторон хода по формуле $\alpha_{i+1}=\alpha_i+180^\circ-\beta_{i+1}$.

5. Определяют приращения координат по дирекционным углам и горизонтальным проложениям сторон по формулам $\Delta X_n=L_n*\cos\alpha_n$ и $\Delta Y_n=L_n*\sin\alpha_n$ где L_n —это длины

соответствующих сторон, а α_n —это дирекционные углы соответствующих сторон. Полученные приращения заносят в ведомость координат.

6. Определяют алгебраическую сумму приращений координат $\sum \Delta X_n$ и $\sum \Delta Y_n$. Полученные суммы приращений координат являются невязками по осям X и Y.

- Для замкнутого хода: $f_x = \sum \Delta X_n$; $f_y = \sum \Delta Y_n$;
- Для разомкнутого хода: $f_x = \sum \Delta X_n - (x_k - x_n)$; $f_y = \sum \Delta Y_n - (y_k - y_n)$;

7. Определяют абсолютную невязку хода по формуле $f_p^2 = f_x^2 + f_y^2$.

8. Определяем относительную невязку хода по формуле $f_n = f_p/P$, где P— периметр (длина хода).

9. Если относительная невязка допустима, определяют поправки к приращениям координат на каждую из осей по формулам: $\delta \Delta X_n = f_x / P * L_n$, $\delta \Delta Y_n = f_y / P * L_n$, где P — периметр хода в сотнях метров; L_n — длина сторон хода в сотнях метров. Значения вычисленных поправок округляют до сантиметров.

10. Определяют исправленные приращения координат $\Delta X_{испр} = \Delta X_{выч} + \delta \Delta X$ и $\Delta Y_{испр} = \Delta Y_{выч} + \delta \Delta Y$. Сумма исправленных приращений координат должна быть равна теоретической сумме. Полученные значения заносят в ведомость.

11. Определяют координаты вершин теодолитного хода $X_{i+1} = X_i + \Delta X_{испр_i}$; $Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{испр_i}$, которые также заносятся в ведомость координат теодолитного хода.[1]

Для «висячего» хода невязки угловые и линейные не вычисляются и поправки не делаются.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом данной работы являются два модуля расширений для программного комплекса «INDOR» это «График аварийности» и «Теодолитный ход». В них реализованы все возможности, которые были перечислены выше (см. пункт 1.3).

Пользовательские интерфейсы модулей интуитивно понятны и реализованы на русском языке, что делает программы удобными в использовании и доступными пользователям незнакомым с английским языком.

Модули реализованы в среде Delphi 5 для операционной системы Windows 95/98/ME и Windows NT/2000/XP.

В ходе работы были рассмотрены и реализованы: методы оценки безопасности движения на автодороге; алгоритм обработки полевых материалов теодолитной съёмки.

Реализованные модули позволили значительно упростить и ускорить процессы построения графика коэффициентов аварийности и обработки полевых материалов теодолитной съёмки.

Данные модули планируется широко использовать как в инженерно-дорожном центре «Индор» так и в других проектных организациях страны совместно с программным комплексом «INDOR».

ЛИТЕРАТУРА

1. Родионов В. И. Руководство по учебной геодезической практике / М.: Недра, 1991. – 205 с.
2. Кудрявцев М. Н., Каганович В. Е. Изыскание и проектирование автомобильных дорог / М.: Транспорт, 1980. – 296с.
3. Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. ВСН 25-86 / Министерство автомобильных дорог РСФСР. – М.: Транспорт, 1988. - 183с.
4. Дарахвелидзе П. Г., Марков Е. П. Программирование в Delphi 4 / СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 1999. – 864с.
5. Общие сведения о программном комплексе «Indor» / Томск.: ООО ИДЦ «Индор», 2002. – 11с.
6. ReCAD. Справочное руководство / Томск.: ООО ИДЦ «Индор», 2002. – 142с.
7. RoAD. Справочное руководство / Томск.: ООО ИДЦ «Индор», 2002. – 79с.

Приложение 1. Руководство пользователя программы «График аварийности»

После вызова программы «График аварийности» из системы ReCAD при условии что в системе был открыт проект с имеющейся в нём трассой вы увидите главное окно программы (см. рис. 4) с построенным по имеющимся в чертеже данным графиком коэффициентов аварийности.

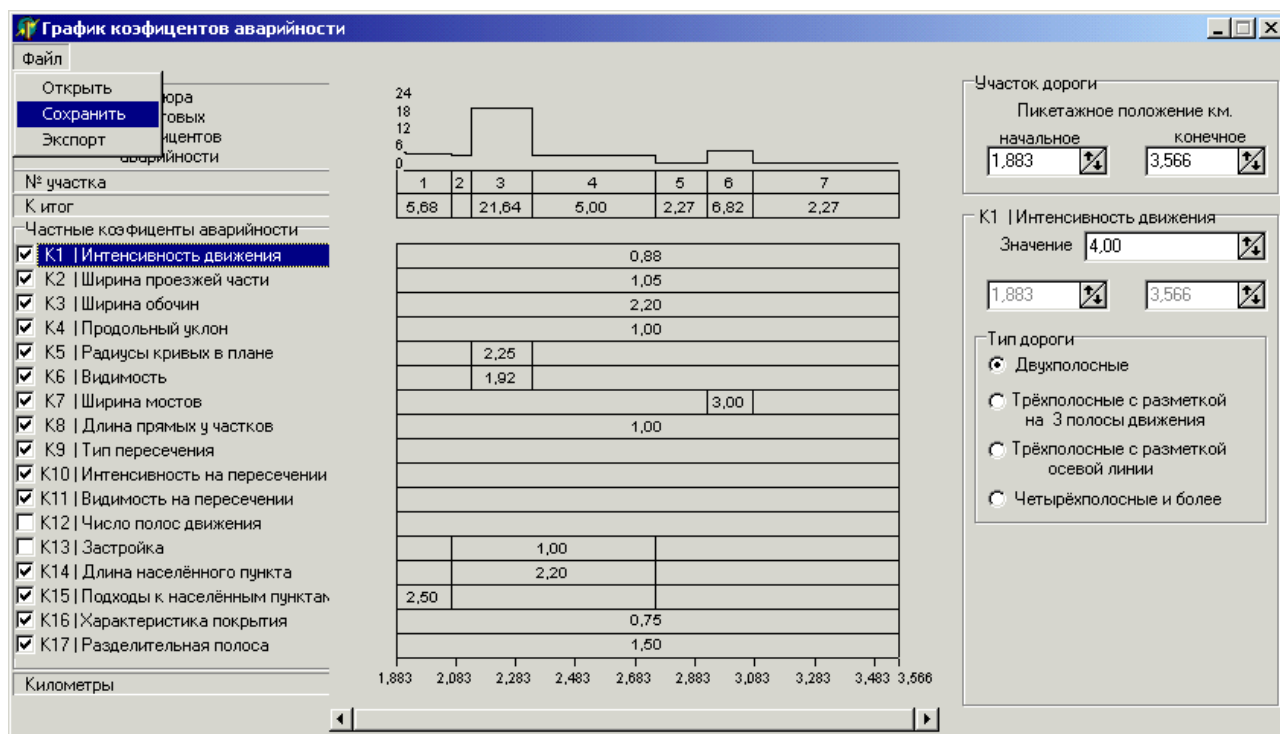


Рис. 4 График коэффициентов аварийности.

На данный момент из системы ReCAD автоматически выбираются следующие данные: ширина проезжей части, ширина обочин, продольный уклон, радиусы кривых в плане, длина прямых участков, разделительные полосы. Остальные недостающие параметры необходимо ввести вручную.

Далее вы можете на панели «Участок дороги» изменить длину рассматриваемого участка дороги, указав новые значения в полях «начальное» и «конечное» пикетажное положение.

Как вы видите из графика, рассматриваемый участок дороги разбивается на более мелкие участки по каждому параметру аварийности. Для того чтобы **добавить новый участок** необходимо курсором мыши указать на графике место, в которое вы хотите добавить этот участок, и щёлкнуть правой кнопкой мыши, на экране появится меню, в

котором нужно выбрать пункт «Добавить». Далее справа от графика в поле «Значение» нужно ввести значение параметра, в строке которого вы добавили участок, после чего в середине участка на графике появится значение частного коэффициента аварийности соответствующее значению, введённому вами параметру.

Для **изменения** так называемого частного участка необходимо выбрать участок курсором мыши и нажав левую кнопку. Справа от графика вы увидите характеристики выбранного вами участка, это значение параметра на данном участке, начальное и конечное пикетажное положение участка и для некоторых параметров некоторые дополнительные характеристики этого участка. Эти характеристики если необходимо вы можете спокойно изменять, что приведёт к соответствующим изменениям на графике. Для изменения начального и конечного пикетажных положений имеется и другая возможность для этого нужно курсор мыши подвести к границе участка, а когда он изменится нажать левую кнопку и удерживая её перетащить границу участка на новое место.

Для того чтобы **удалить** существующий участок нужно указать на него курсором мыши, нажать правую кнопку и в появившемся меню выбрать пункт «Удалить» после чего выбранный вами участок будет удалён.

Как вы видите на некоторых участках графика, в которых не указаны коэффициенты, они подразумеваются равными единице, а значение соответствующего параметра нулевым либо не заданным. Поэтому существует возможность как бы **обнулить значения участка**, для этого необходимо курсором мыши указать на участок, нажать правую кнопку и в появившемся меню выбрать пункт «Скрыть».

В программе имеется возможность включать или выключать влияние того или иного параметра на итоговые коэффициенты аварийности. Для этого на панели «Частные коэффициенты аварийности» нужно галочками, указать какие параметры будут включены в итоговые коэффициенты.

Для **сохранения** введённых данных нужно в пункте меню «Файл» выбрать подпункт «Сохранить».

Для **загрузки** ранее сохранённых данных нужно в пункте меню «Файл» выбрать подпункт «Загрузить».

Для того чтобы сформировать полный график коэффициентов аварийности в редакторе RoAD нужно в пункте меню «Файл» выбрать подпункт «Экспорт» (см. Рис. 5).

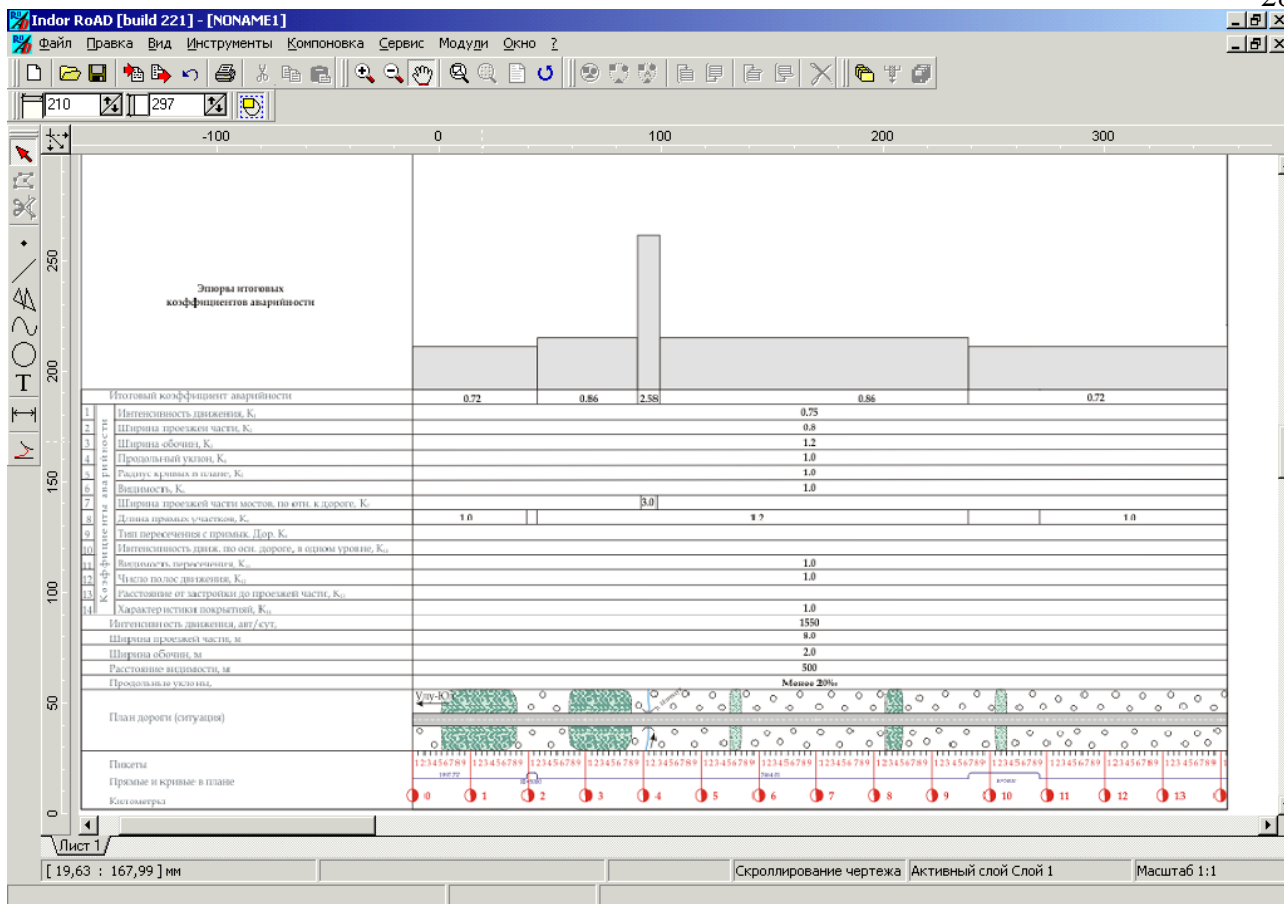


Рис. 5 Пример графика аварийности в графическом редакторе RoAD

Приложение 2. Руководство программиста программы «График аварийности».

Программа «График аварийности» написана на языке Object Pascal в среде Delphi 5 и оформлена в виде dll- модуля к системе ReCAD.

Программа состоит из двух модулей основного **GraficForm** и дополнительного **KFunct**.

В модуле **KFunct** описаны восемнадцать функций вида:

Function K1(Val:Real):Real;

Function K2(Val:Real):Real;

.....

Function K18(Val:Real):Real;

которые возвращают значения частных коэффициентов аварийности соответствующие значению параметра Val.

В модуле **GraficForm** написаны основные процедуры и функции программы, рассмотрим некоторые самые важные из них.

procedure FillLists - в ней реализован основной алгоритм программы в котором получают данные из системы ReCAD, посредством функций (описание которых смотри ниже), рассматриваемая трасса разбивается на участки по каждому из параметров и формируются 18 списков записей.

Каждая запись в списке описана так:

RecUch = record

Pk1,Pk2 : real; // пикетажные положения начала и конца участка;

Val,Ko : real; // значения параметра и частного коэффициента;

n1,n2 : ShortInt; // рабочие переменные;

fl : boolean; // флаг вывода на экран;

next : prr; // указатель на следующую запись;

prev : prr; // указатель на предыдущую запись;

end;

Function Piket1:extended; Function Piket2:extended; - эти функции получают из системы ReCAD начальное и конечное пикетажные положения соответственно.

Function V_K2(pik:extended):extended; Function V_K3(pik:extended):extended;
Function V_K4(pik:extended):extended; Function V_K5(pik:extended):extended; Function
V_K8(pik:extended):extended; Function V_K17(pik:extended):extended; - эти функции возвращают соответствующие параметры автодороги в конкретном пикетажном положении *pik* которые берутся из системы ReCAD.

Procedure Calculate – рассчитывает итоговые коэффициенты аварийности;

График аварийности рисуется на компоненте TPaintScroll написанной Петренко Д. А.

Procedure DrawNet – рисует на компоненте TPaintScroll сеточку графика и разбивку на километраж;

Procedure DrawResult – рисует на компоненте TPaintScroll списки участков полученные с помощью процедуры FillLists;

Procedure DrawLists - рисует на компоненте TPaintScroll итоговые коэффициенты аварийности и итоговую эпюру.

Procedure CurrentRecord(i:integer) – отображает на панели справа от графика характеристики текущего выбранного участка, параметр *i* - это порядковый номер линии графика;

Procedure ChangeK(Item:integer) – выводит на панели справа от графика нужные дополнительные параметры участка в зависимости от порядкового номера линии графика *Item*;

Procedure FreeLists – освобождает память из под списков участков;

Procedure Initial – инициализирует начальные значения переменных;

Приложение 3. Руководство пользователя программы «Теодолитный ход».

Модуль «Теодолитный ход» вызывается из пункта меню «Модули» редактора RoAD. После вызова программы на экране появится главное окно программы (см. рис 6).

Вычисление координат теодолитного хода

Полученные невязки

Угловая невязка, мин: $-0,94 \cdot \sqrt{n}$

Периметр (Длина хода), м: 499,00

Символы станций: Знаки нивелирные, Реперы и марки скальные

Относительная невязка хода, м: 1/13

Невязка по N, м: 17,24

Невязка по E, м: -33,09

Абсолютная невязка хода, м: 37,31

№ Ст	Угл Изм.	Угл Исп.	L, м	dN, м	dE, м	dN Исп, м	dE Исп, м	N, м	E, м
1	144° 0' 23"	144° 0' 41"	45,5	45,50	0,00	43,93	3,02	9,00	30,00
2	144° 0' 56"	144° 1' 14"	60,1	48,63	35,31	46,56	39,29	52,93	33,02
3	144° 0' 20"	144° 0' 38"	60,1	18,60	57,15	16,53	61,13	99,49	72,31
4	144° 0' 44"	144° 1' 2"	34,4	-10,60	32,73	-11,79	35,01	116,01	133,44
5	144° 0' 1"	144° 0' 19"	36,1	-29,19	21,25	-30,43	23,64	104,22	168,45
6	144° 0' 2"	144° 0' 20"	55,7	-55,70	0,06	-57,62	3,75	73,79	192,09
7	144° 0' 0"	144° 0' 18"	24,3	-19,68	-14,26	-20,51	-12,65	16,16	195,84
8	144° 0' 30"	144° 0' 48"	78,3	-24,30	-74,44	-27,00	-69,24	-4,35	183,19
9	144° 0' 0"	144° 0' 18"	80,9	24,89	-76,98	22,09	-71,61	-31,35	113,95
10	144° 0' 2"	144° 0' 20"	23,60	19,07	-13,90	18,26	-12,34	-9,26	42,34

Исходные данные

Количество станций: 10

Тип хода: Замкнутый

Начальный азимут: 0° 0' 0"

Координаты начальной точки: N 9,00, E 30,00

Рис. 6 Основное окно программы «теодолитный ход».

Для начала вычисления координат теодолитного хода Вам необходимо заполнить поля на панели «Исходные данные»:

Первое поле это **количество станций** – этот параметр указывает количество вершин теодолитных ходов. При изменении данного параметра количество строк в таблице будет меняться соответственно.

Второй параметр, который необходимо указать это **тип теодолитного хода**, для которого будет производиться расчёт координат, всего три типа, их выбирают из предоставленного списка:

Замкнутый – замкнутый или основной ход, выбирается по умолчанию;

Разомкнутый – Это ход, который опирается на две известные точки, начальную и конечную.

Висячий – Это тоже разомкнутый ход, у которого не известна конечная точка и для этого хода не вычисляются невязки и не делаются исправления.

Далее нужно задать параметры начальной точки это **начальный азимут** и **координаты начальной точки**:

Начальный азимут – угол между первой линией и азимутом, для разомкнутого хода это дирекционный (примычный) угол к стороне полигона в начальной точке хода.

Координаты начальной точки – координаты первой (начальной) точки хода.

Для **разомкнутого (диагонального) хода** необходимо ввести:

Конечный азимут - это дирекционный (примычный) угол к стороне полигона в конечной точке хода. Он требуется для вычисления угловых невязок.

Координаты конечной точки - координаты последней (конечной) точки хода.

После заполнения исходных данных необходимо в появившейся таблице заполнить столбец «Углы Изм.», столбец «L, м» и при необходимости изменить названия станций в столбце «№ Ст.» В столбец «Угл Изм.» введите измеренные при полевой съёмки углы, которые соответствуют станции. Для **замкнутого хода** это внутренние углы, а для **разомкнутого и всячего** это правые по ходу углы

В столбце «L, м» введите расстояние между соответствующими станциями (Например, в первой строке вводится расстояние между станциями, указанными в первой и второй строке и т.д). Для **замкнутого хода** в последней строке таблицы указывается расстояние между станциями, которые указаны в последней и первой строке данного столбца. А для **разомкнутого и всячего хода** длина в последней строке не указывается.

Расчет угловой невязки, исправление углов, расчёт приращений координат, линейных невязок, их исправлений и координат теодолитного хода осуществляется автоматически по мере ввода либо изменения данных.

Вычисленные данные:


В столбце «Угл Исп.» – отображаются исправленные углы, которые получены при равномерной разброски угловой невязки по всем измеренным углам. Для всячего хода угловая невязка не вычисляется.

В столбцах «dX,м» и «dY,м» – отображаются приращение по координатам X и Y.

В столбцах «dX Исп,м» и «dY Исп,м» – исправленные приращение по координатам X и Y соответственно.

В столбцах «X,м», «Y,м» – отображаются вычисленные с использованием исправленных приращений соответствующие координаты станции.

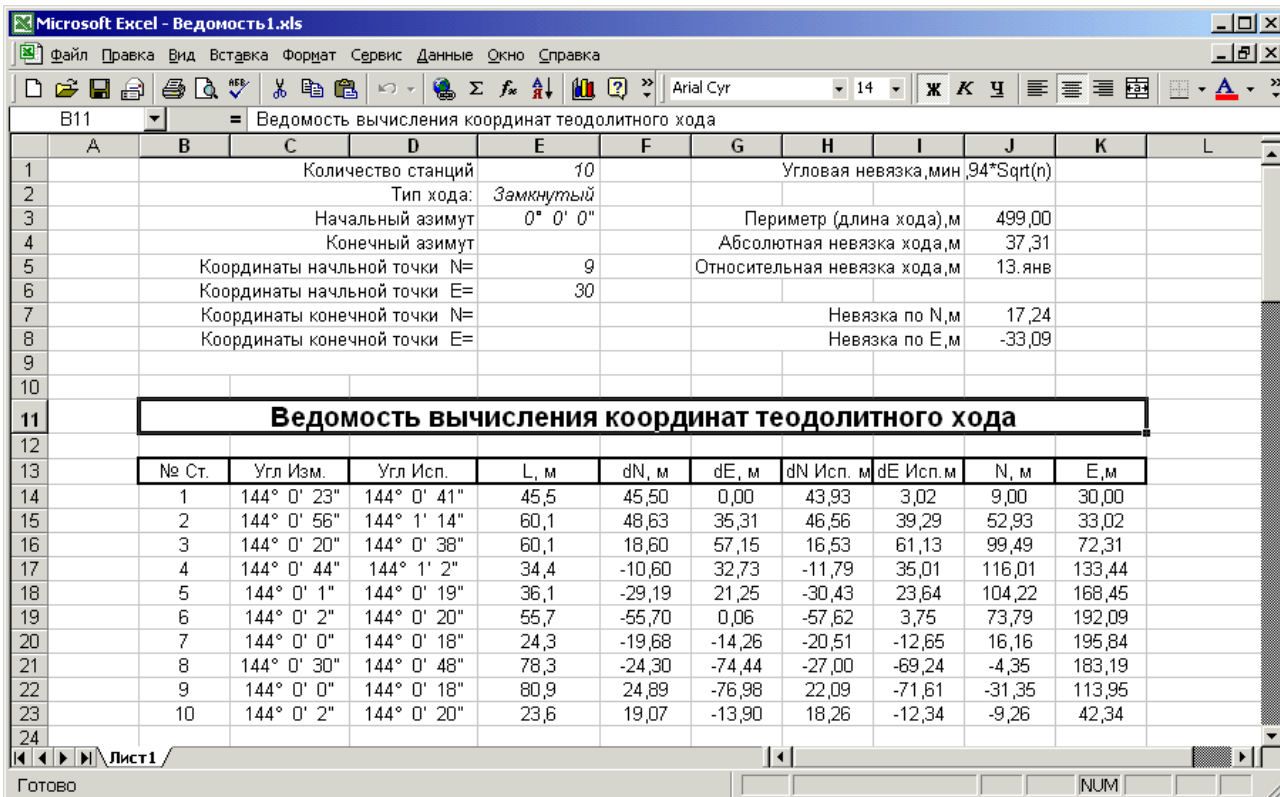
После произведения расчётов в верхней части окна на панели «Полученные невязки» отобразятся все вычисленные и используемые расчётах невязки.

Полученную таблицу далее вы можете экспортировать в текстовый файл, либо в Excel, либо создать точки с вычисленными координатами в RoAD'е для этого нужно нажать кнопку «Экспорт»  и выбрать соответствующий пункт меню.

Для того чтобы точки после экспорта в RoAD'е помечались определёнными условными знаками необходимо перед экспортом указать на соответствующую точке строку таблице курсором и на панели «Символы станций» выбрать нужный условный знак.

Если после экспорта в RoAD вычисленные координаты точек будут изменяться это приведёт к соответствующим изменениям координат точек на чертеже.



Результаты экспорта смотрите на рис. 7 и рис. 8.



The screenshot shows a Microsoft Excel window titled "Microsoft Excel - Ведомость1.xls". The main table contains the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1				Количество станций	10			Угловая невязка, мин	$94 \cdot \sqrt{n}$				
2				Тип хода:	Замкнутый								
3				Начальный азимут	0° 0' 0"			Периметр (длина хода), м		499,00			
4				Конечный азимут				Абсолютная невязка хода, м		37,31			
5				Координаты начальной точки N=	9			Относительная невязка хода, м		13, янв			
6				Координаты начальной точки E=	30								
7				Координаты конечной точки N=				Невязка по N, м		17,24			
8				Координаты конечной точки E=				Невязка по E, м		-33,09			
9													
10													
11	Ведомость вычисления координат теодолитного хода												
12													
13				№ Ст.	Угл Изм.	Угл Исп.	L, м	dN, м	dE, м	dN Исп. м	dE Исп. м	N, м	E, м
14				1	144° 0' 23"	144° 0' 41"	45,5	45,50	0,00	43,93	3,02	9,00	30,00
15				2	144° 0' 56"	144° 1' 14"	60,1	48,63	35,31	46,56	39,29	52,93	33,02
16				3	144° 0' 20"	144° 0' 38"	60,1	18,60	57,15	16,53	61,13	99,49	72,31
17				4	144° 0' 44"	144° 1' 2"	34,4	-10,60	32,73	-11,79	35,01	116,01	133,44
18				5	144° 0' 1"	144° 0' 19"	36,1	-29,19	21,25	-30,43	23,64	104,22	168,45
19				6	144° 0' 2"	144° 0' 20"	55,7	-55,70	0,06	-57,62	3,75	73,79	192,09
20				7	144° 0' 0"	144° 0' 18"	24,3	-19,68	-14,26	-20,51	-12,65	16,16	195,84
21				8	144° 0' 30"	144° 0' 48"	78,3	-24,30	-74,44	-27,00	-69,24	-4,35	183,19
22				9	144° 0' 0"	144° 0' 18"	80,9	24,89	-76,98	22,09	-71,61	-31,35	113,95
23				10	144° 0' 2"	144° 0' 20"	23,6	19,07	-13,90	18,26	-12,34	-9,26	42,34
24													

Рис. 7 Пример экспорта данных в Microsoft Excel.

Введённые данные вы также можете сохранить, нажав кнопку «Сохранить»,  либо открыть ранее сохранённые, нажав кнопку «Открыть» 

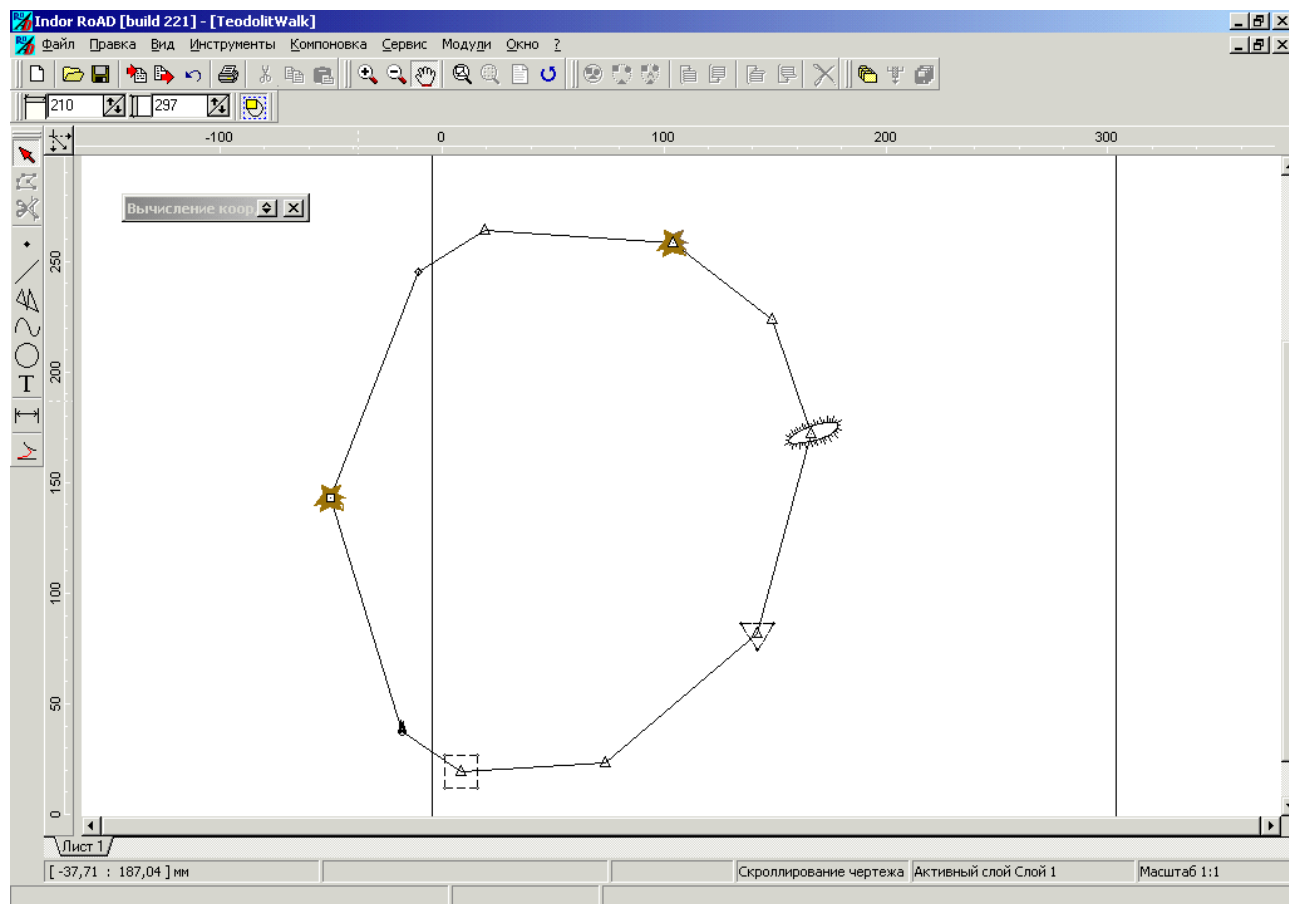


Рис. 8 Пример экспорта данных в RoAD.

Приложение 4. Руководство программиста программы «Теодолитный ход».

Программа написана на языке Object Pascal в среде Delphi 5 и оформлена в виде dll-модуля к редактору RoAD.

Формируемая в программе ведомость расчёта координат теодолитного хода хранится в визуальном компоненте Journayl типа TstringGrid. Ввод начальных данных в ведомость осуществляется с помощью компонент AngleEdit типа TAngleEdit (используется для ввода измеренных углов) и LengthEdit типа TMySpinEdit (используется для ввода измеренных длин сторон). Связь компонента Journayl с компонентами AngleEdit и LengthEdit осуществляется с помощью процедур и функций:

1. **Procedure** ReadDataFromGridAngle(ARow:integer) – считывает значение из ячейки таблицы которая находится в первом столбце и в строке с номером ARow, преобразует его в вещественное значение и передаёт его в компонент AngleEdit;

2. **Procedure** WriteDataInToGridAngle(ARow:integer) – значение находящееся в компоненте AngleEdit преобразует в строковое значение и записывает в ячейку таблицы которая находится в первом столбце и в строке с номером Arow;

3. **Procedure** ReadDataFromGridLength(ARow:integer) – считывает значение из ячейки таблицы которая находится в третьем столбце и в строке с номером ARow, преобразует его в вещественное значение и передаёт его в компонент LengthEdit;

4. **Procedure** WriteDataInToGridLength(ARow:integer) – значение находящееся в компоненте LengthEdit преобразует в строковое значение и записывает в ячейку таблицы которая находится в третьем столбце и в строке с номером ARow,

5. **Function** RadToStr(Val:extended):string – данная функция преобразует величину угла Val заданного в радианах в строку вида $gg^{\circ} mm' ss''$ где gg – значение угла в градусах, mm – значение угла в минутах, ss – значение угла в секундах.

6. **Function** StrToRad(Str:string):extended – функция преобразует строку Str вида $gg^{\circ} mm' ss''$ в величину угла заданного в радианах.

Все основные расчёты производятся в процедуре N4Click. В этой процедуре смотрится текущее значение компонента TypeComboBox типа TComboBox в котором выбирается тип теодолитного хода и в соответствии с выбранным значением производится расчёт координат и заполнение оставшихся не заполненными столбцов таблицы Journayl.

Далее перечислены ещё несколько основных процедур:

1. Procedure SaveClick – осуществляет запись введённых данных в файл с расширением .tw.

2. Procedure OpenClick – осуществляет считывание ранее сохранённых данных и файла типа .tw.

3. Procedure ExportTextClick – экспортирует таблицу с расчётами и остальные данные в текстовый файл.

4. Procedure ExportExcelClick - экспортирует таблицу с расчётами и остальные данные в Microsoft Excel. Если в момент работы программы Microsoft Excel запущен, то в нём создастся файл с именем ВедомостьN.xls и сформируется ведомость. Если Microsoft Excel не запущен, то он запустится, если же на вашем компьютере Microsoft Excel не установлен, то никаких действий выполнено не будет.

5. Procedure ExportRoADClick – эта процедура создаёт в графическом редакторе RoAD точки с вычисленными координатами, и при надобности соединяет их линиями.