

Белорусский национальный технический университет
Факультет транспортных коммуникаций
Кафедра «Проектирование дорог»

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой
«Проектирование дорог»
_____ Л.Р. Мытько
_____ 20__ г.

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета
транспортных коммуникаций
_____ А.В. Бусел
_____ 20__ г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

«Системы автоматизированного проектирования
автомобильных дорог»

для специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги»
специализация 1-70 03 01 – 01 «Строительство дорог и аэродромов»

Составитель: Вишняков Н.В.

Рассмотрено и утверждено
на заседании совета
факультета транспортных коммуникаций _____ 20__ г.,
протокол № _

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
II СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
2.1 НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМ ЛЕКЦИЙ И ИХ СОДЕРЖАНИЕ.....	8
2.2 ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ.....	11
ВЕДЕНИЕ В САПР	11
Тема 1.1 ПОНЯТИЕ О СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	15
Тема 1.2 ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	17
Тема 1.3 СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	19
Тема 1.4 ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	23
Тема 1.5 ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	35
Тема 1.6 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ.....	38
Тема 1.7 СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ САПР.....	50
Тема 1.8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САПР.....	56
Тема 2.1 СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ «CREDO».....	63
Тема 2.2 CREDO DAT – КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ	81
Тема 2.3 CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ.....	86
Тема 2.4 ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	89
Тема 2.5 АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗЫСКАНИЙ.....	101
Тема 2.6 CREDO ОБЪЕМЫ.....	115
Тема 2.7 CREDO ДОРОГИ.....	23
Тема 2.8 CREDO ГЕНПЛАН.....	118
Тема 3.1 ОТКОС-УСТОЙЧИВОСТЬ ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА.....	17
Тема 3.2 РАБС.....	19
Тема 3.3 ГРИС – ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МАЛЫХ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	23
Тема 3.4 РАДОН – РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НЕЖЕСТКОГО ТИПА.....	115
Тема 3.5 ДИСЛОКАЦИЯ – РАЗМЕЩЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ.....	117
Тема 3.6 ЗНАК – ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ	119

Тема 3.7 Credo GEO – Объемная геологическая модель объекта.....	131
Тема 3.8 Credo конвертер.....	133
2.3 Темы лабораторных занятий для студентов дневной формы обучения.....	135
III контролируемая самостоятельная работа.....	136
IV тематика контрольных работ для студентов заочной формы обучения.....	138
IV вопросы к зачету.....	143
V. учебно-методические материалы по дисциплине.....	147

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методический комплекс «САПР автомобильных дорог» разработан для специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги».

ЭУМК предусматривает изучение студентами основных систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог, основ автоматизированного проектирования плана, продольного и поперечных профилей, дорожных одежд и сооружений на дорогах.

Программа дисциплины предусматривает возможность высококачественного, бездефектного проектирования, снижение материальные затраты на проектно-исследовательские работы, сокращение сроков проектирования, выпуск проектно-сметной документации на уровне лучших мировых образцов.

Предметом изучения дисциплины является методы и средства автоматизации конструкторского и технологического проектирования автомобильных дорог.

В процессе усвоения дисциплины «САПР автомобильных дорог» студенты должны сформировать навыки системного анализа проектирования автомобильных дорог, проектирования продольных и поперечных профилей, выполнения чертежей в системе CREDO.

В учебно-методическом комплексе приводится перечень источников, позволяющих освоить данную учебную дисциплину и структурировать знания, содержатся вопросы для самостоятельной подготовки к зачетам и экзаменам.

I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов понимания принципов автоматизированного проектирования автомобильных дорог для обеспечения удобного, экономичного и безопасного движения автомобильного транспорта.

Задачи изучения дисциплины:

- развить у студентов навыки системного анализа процесса проектирования автомобильной дороги, формализация проектных задач, методики их постановки;
- ознакомить студентов с основными средствами и методами автоматизированного проектирования элементов автомобильных дорог.

В результате освоения курса «САПР автомобильных дорог» студент должен **знать:**

- цели и задачи САПР автомобильных дорог;
- структуру САПР автомобильных дорог;
- виды обеспечения САПР автомобильных дорог;
- функциональные возможности систем CREDO, CARD/1;

уметь характеризовать:

- этапы автоматизированного проектирования автомобильных дорог с использованием систем CREDO, CARD/1;
- подсистемы САПР автомобильных дорог используемых при проектировании различных объектов транспортных коммуникаций и дорожной инфраструктуры;

уметь анализировать:

- процесс проектирования линейных и площадных объектов (автомобильных дорог и искусственных сооружений на них);
- цифровые модели местности (рельефа, ситуации) и проектных решений;
- транспортно-экономические и экологические показатели принятых проектных решений;

приобрести навыки:

- системного анализа проектирования автомобильных дорог;
- проектирования плановой геометрии дорожных объектов;
- проектирования продольных и поперечных профилей;
- выполнения чертежей средствами САПР (CREDO, CARD/1);

Связь дисциплины с другими учебными дисциплинами

Изучение дисциплины основывается на знаниях, получаемых студентами при изучении таких дисциплин, как «Информационные технологии и программирование», «Инженерная геодезия» «Инженерная графика» «Проектирование автомобильных дорог», «Общий курс дорог».

Изучение дисциплины рассчитано всего на 207 часов, в том числе — 132 часа аудиторных занятий.

Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий:

лекции — 50 часов; лабораторные работы — 82 часа.

II СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ПО ТЕМАМ И ВИДАМ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование раздела, темы	Лекции (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Всего аудиторных занятий (часы)
1	2	3	4	5
Раздел I.	Принципиальные основы автоматизированного проектирования автомобильных дорог и сооружений на них.			
Тема 1	Введение. Понятие о системах автоматизированного проектирования.	2	-	2
Тема 2	Принципы построения систем автоматизированного проектирования.	2	-	2
Тема 3	Средства обеспечения систем автоматизированного проектирования.	4	-	4
Тема 4	Технические средства систем автоматизированного проектирования.	2	-	2
Тема 5	Современные технологии проектно-изыскательских работ.	2	-	2
Тема 6	Обзор ГИС и САПР автомобильных дорог.	4	-	4
Раздел II.	Проектирование автомобильных дорог с помощью программного комплекса CREDO.			
Тема 7	Методология работы на единой программно-инструментальной платформе CREDO III.	2	-	2
Тема 8	CREDO DAT – Камеральная обработка инженерно-геодезических данных	2	-	2
Тема 9	CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ - Обработка площадных и линейных инженерно-геодезических изысканий.	4	20	24
Тема 10	CREDO ДОРОГИ - Проектирование нового строительства и ре-	6	32	38

	конструкции загородных автомобильных дорог всех технических категорий, транспортных развязок, городских улиц и магистралей.			
Тема 11	CREDO ГЕНПЛАН - Проектирование генеральных планов промышленных и гражданских объектов.	2	-	2
Раздел III.	Программное обеспечение CREDO используемое в дорожно-транспортном проектировании.			
Тема 12	ОТКОС – Устойчивость откосов земляного полотна.	2	4	6
Тема 13	ОСАДКА – Расчет осадки насыпи на болотных грунтах.	2	4	6
Тема 14	ГРИС – Гидравлический расчет малых искусственных сооружений.	2	4	6
Тема 15	РАДОН – Расчет дорожных одежд нежесткого типа.	4	4	8
Тема 16	ДИСЛОКАЦИЯ - Размещение технических средств организации движения.	2	6	8
Тема 17	ZНАК – Проектирование индивидуальных дорожных знаков.	2	4	6
Тема 18	CREDO GEO – Объемная геологическая модель объекта.	2	4	6
ВСЕГО:		50	82	132

2.1 НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМ ЛЕКЦИЙ И ИХ СОДЕРЖАНИЕ

Раздел I. Принципиальные основы автоматизированного проектирования автомобильных дорог и сооружений на них

Тема 1. Введение. Понятие о системах автоматизированного проектирования

Значение изучаемого курса. Основные понятия. Требования предъявляемые к системам автоматизированного проектирования (САПР) автомобильных дорог. Исторический обзор и современное состояние вопроса о САПР автомобильных дорог в Республике Беларусь и за рубежом. Перспективы дальнейшего развития систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог.

Тема 2. Принципы построения систем автоматизированного проектирования

Компоненты САПР методического, программного, информационного, технического и организационного обеспечения. Цели создания САПР. Факторы обеспечивающие экономический эффект САПР. Принципы построения систем автоматизированного проектирования. Общесистемные принципы: включения, системного единства, развития, комплексности, информационного единства, совместимости, инвариантности.

Тема 3. Средства обеспечения систем автоматизированного проектирования

Теория, методы, способы, математические модели, оптимизационные алгоритмы, терминология, нормативы. Программа, общесистемное программное обеспечение, операционные системы, прикладное обеспечение.

Тема 4. Технические средства систем автоматизированного проектирования

Структура технического обеспечения систем автоматизированного проектирования. Конфигурация персональных ЭВМ, периферийные устройства. Функциональная структура систем автоматизированного проектирования.

Тема 5. Современные технологии проектно-изыскательских работ

Особенности современных технологий изысканий автомобильных дорог. Современные технические средства и методы наземных изысканий. Аэрокосмические методы сбора информации. Применения спутниковых приемников GPS (Глонасс) геодезического класса точности для технических изысканий автомобильных дорог. Геоинформационные системы. Методы трансформации и векторизации существующего картографического материала. Использование георадаров при исследовании геологического и гидрогеологического строения местно-

сти. Проектирование цифровой модели проекта. Лазерное сканирование объектов изысканий.

Тема 6. Обзор ГИС и САПР автомобильных дорог

Геоинформационные системы: ArcInfo, ArcCon, GeoGraph, КАРТА-2008, GeoCAD. Системы автоматизированного проектирования: Комплекс программ CARD/1, Комплекс программ MX: Модуль MXROAD, Модуль MXSITE, Модуль MXRENEW.. САПР Robur. Комплекс специализированных программ GIP. Программа PYTHAGORAS. Комплекс программ Plateia. Комплекс программ IndorCAD/Road. Программный комплекс CREDO.

Раздел II. Проектирование автомобильных дорог с помощью программного комплекса CREDO

Тема 7. Методология работы на единой программно-инструментальной платформе CREDO III

Работа с базами данных. Локальные и корпоративные базы данных. Менеджер баз данных, менеджер проектов и наборов проектов, иерархическая структура проектов. Принципы и методы работы со слоями данных. Виды курсоров, линий, маски. Редакторы классификаторов, редактор шаблонов чертежей. Менеджер чертежей.

Тема 8. CREDO DAT – Камеральная обработка инженерно-геодезических данных

Автоматизация камеральной обработки инженерно-геодезических данных при инженерных изысканиях промышленных и гражданских объектов, разведке недр, геодезическом обеспечении строительства и кадастра.

Тема 9. CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ - Обработка площадных и линейных инженерно-геодезических изысканий

Полосные и площадные инженерные изыскания объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства, подготовка информации для кадастровых систем (наземные методы сбора), создание цифровых моделей местности, ведение дежурных планов.

Тема 10. CREDO ДОРОГИ

Проектирование нового строительства и реконструкции загородных автомобильных дорог всех технических категорий, транспортных развязок, городских улиц и магистралей.

Тема 11. CREDO ГЕНПЛАН - Проектирование генеральных планов промышленных и гражданских объектов

Проектирование генеральных планов промышленных предприятий, сооружений, строительных площадок, объектов архитектуры и градостроительства,

жилищно-гражданских объектов, маркшейдерское обеспечение добычи полезных ископаемых.

Раздел III. Программное обеспечение CREDO используемое в дорожно-транспортном проектировании

Тема 12. ОТКОС - Устойчивость откосов земляного полотна

Общие положения. Моделирование обрушения со срезом и вращением. Моделирование равноустойчивого откоса (метод Fr). Анализ местной устойчивости. Общие данные: Объект, расчетная сейсмичность, дорожно-климатическая зона, глубина промерзания, категория дороги, тип покрытия, ширина земляного полотна, ширина проезжей части. Данные о грунтах и нагрузках, количество слоев грунта в насыпи. Данные о грунтах насыпи: количество слоев грунта в основании, данные о грунтах основания. Данные по подтоплению насыпи. Данные по нагрузке. Нормирование коэффициента запаса устойчивости. Результаты анализа: Расчет без подтопления, Расчет с подтоплением.

Тема 13. ОСАДКА – Расчет осадки насыпи на болотных грунтах

Общие положения. Основные положения моделирования. Используемые термины и определения. Исходные данные. Общие данные: объект, дорожно-климатическая зона, категория дороги, продолжительность строительства. Данные о грунтах и нагрузках: количество слоев болотного грунта, параметры болотного грунта, поперечный профиль земляного полотна, тип покрытия дорожной одежды, параметры дорожной одежды. Результаты анализа.

Тема 14. ГРИС – Гидравлический расчет малых искусственных сооружений

Гидравлический расчет труб. Расчет стоков дождевых паводков и талых вод. Расчет пропускной способности труб. Гидравлика периодических водотоков. Расчет стоков. Расчет пропускной способности малых мостов. определение водопропускной способности существующих круглых и прямоугольных труб, а также малых мостов. Подбор типовых размеров нового искусственного сооружения по гидравлическим показателям как с учетом аккумуляции, так и без нее.

Тема 15. РАДОН – Расчет дорожных одежд нежесткого типа

Расчет нежестких дорожных одежд в условиях их усиления при реконструкции, капитальном ремонте и эксплуатации. Расчет конструкции дорожных одежд остановочных полос, обочин и укрепительных полос на обочинах. Оптимизация конструкции по стоимости конструктивных слоев. Расчет морозозащитных слоев дорожной одежды.

Тема 16. ДИСЛОКАЦИЯ - Размещение технических средств организации движения

Линейная генерация планов автомобильной дороги. Расстановка знаков, нанесение горизонтальной разметки, объектов дорожной обстановки, элементов

обустройства и оснащения дороги. Формирование таблиц по элементам дороги, по количеству проектируемых дорожных ограждений и направляющих устройств, тротуаров и горизонтальной разметки. Проверка расстановки столбов, перекрытия знаков, привязки знаков.

Тема 17. ZNAK – Проектирование индивидуальных дорожных знаков

Компоновка изображения щита с учетом нормативных требований в соответствии с объемом имеющихся данных. Структура данных о конфигурации и параметрах щита и его элементов. Использование библиотеки готовых знаков и указателей направлений (создание, дополнение, редактирование). Автоматическая, ручная и комбинированная расстановка размеров на чертеже.

Тема 18. CREDO GEO – Объемная геологическая модель объекта

Моделирование геологического строения площадки или полосы изысканий на основе данных по инженерно-геологическим выработкам, построение чертежей инженерно-геологических колонок и разрезов, экспорт геологического строения по разрезам в проектирующие системы.

2.2 ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

ВЕДЕНИЕ В САПР

*Термин «проектирование» происходит от латинского слова «projectus» что дословно означает «бросок вперед» (синоним – «взгляд в будущее»)
Проектирование – это творческая деятельность, которая вызывает к жизни нечто новое и полезное, чего ранее не существовало.*

Проектированием человечество занимается с незапамятных времен, т.е. с тех пор, когда человек стал (научился) самым примитивным образом обрабатывать палки, камни, кости и другие естественные предметы природы, придавая им целесообразную форму и сознательно используя их. В течение многовековой истории в этой деятельности людей был накоплен богатейший опыт, который отражен в самых разнообразных предметах. Однако этот опыт приобретался в результате бесчисленных неудач и успехов в процессе длительного поиска методом проб и ошибок. В течение тысячелетий полученные знания передавались при обучении ремеслу в виде фиксированных навыков, необходимых для воспроизведения традиционной формы изделия, и в виде эталонов (профилей, сечений) самого изделия.

Графика – один из наиболее важных способов представления (визуализации) воображаемого изделия в виде схемы, эскиза, чертежа, плоской или трехмерной фигуры, удобное и надежное средство передачи информации о проектируемом изделии в ходе его разработки. В таком качестве графика использовалась с древних времен. Уже в IV и III тысячелетии до н.э. она применялась в Египте для про-

ектирования пирамид, а графические знания передавались от одного поколения к другому на протяжении 4 тыс. лет, постепенно совершенствуясь. Античная графика достигла своего высшего расцвета в Греции. Анаксагор и Демокрит разработали и сформулировали законы черчения в перспективе. В современной машинной графике используются многие приемы, изобретенные греками. Например, применение символов для представления команд в меню машинной графики (JCON) пришло к нам из древних графических методов.

Автоматизация проектирования занимает особое место среди информационных технологий.

Во-первых, автоматизация проектирования — синтетическая дисциплина, ее составными частями являются многие другие современные информационные технологии. Так, техническое обеспечение систем автоматизированного проектирования (САПР) основано на использовании вычислительных сетей и телекоммуникационных технологий, в САПР используются персональные компьютеры и рабочие станции, есть примеры применения мейнфреймов. Математическое обеспечение САПР отличается богатством и разнообразием используемых методов вычислительной математики, статистики, математического программирования, дискретной математики, искусственного интеллекта. Программные комплексы САПР относятся к числу наиболее сложных современных программных систем, основанных на операционных системах Unix, Windows-95/NT, языках программирования C, C++, Java и других, современных CASE-технологиях, реляционных и объектно-ориентированных системах управления базами данных (СУБД), стандартах открытых систем и обмена данными в компьютерных средах.

Во-вторых, знание основ автоматизации проектирования и умение работать со средствами САПР требуется практически любому инженеру-проектировщику. Компьютерами насыщены проектные подразделения, конструкторские бюро и офисы. Работа конструктора за обычным кульманом, расчеты с помощью логарифмической линейки или оформление отчета на пишущей машинке давно ушли в прошлое. Предприятия, ведущие разработки без САПР или лишь с малой степенью их использования, оказываются неконкурентоспособными как из-за больших материальных и временных затрат на проектирование, так и из-за невысокого качества проектов.

Одной из первых САПР, в строительной отрасли стала система автоматизированного проектирования автомобильных дорог (САПР-АД). Еще в начале 70-х годов был выпущен первый банк программ, составленных институтом "Союздорпроект" для ЭВМ типа "Наири". Впоследствии эти программы были переведены на ЕС-ЭВМ и другие, более современные машины. Программы предназначались для решения таких задач, как расчет координат плана трассы, увязывание элементов продольного профиля, проектирование виражей, подсчет объемов земляных работ, расчеты скоростей движения.

В 80-х годах в институте "ГипродорНИИ" было положено начало разработки пакета прикладных программ "ГИП". При создании пакета был обобщен опыт автоматизации выполнения проектных и изыскательских работ и выделены наиболее характерные задачи. Программы для решения этих задач были объединены в

строгую технологическую последовательность, что позволило существенно облегчить работу с пакетом, а также сократить сроки обработки материалов изысканий, проектирования автомобильных дорог и сооружений на них.

В настоящее время ГИП является мощным и удобным в использовании программным комплексом, позволяющим практически полностью автоматизировать весь процесс проектирования дорог от обработки материалов изысканий до выпуска проектной документации, создать альтернативные проектные решения и выбрать наилучшее.

Дальнейшее развитие САПР шло по пути создания аппаратных и программных средств машинной графики, повышения вычислительной эффективности программ моделирования и анализа, расширения областей применения САПР, упрощения пользовательского интерфейса, внедрения в САПР элементов искусственного интеллекта.

К настоящему времени создано большое число программно-методических комплексов для САПР с различной степенью специализации и прикладной ориентацией.

Одним из наиболее популярных программных продуктов для автоматизированного проектирования дорог является пакет "Кредо", разработанный в г. Минске компанией НПО "Кредо-диалог". В состав программного комплекса входят системы для камеральной обработки инженерно-геодезических работ, создания и последующего использования цифровых моделей местности и геологии, проектирования автомобильных дорог и оценки качества проектных решений.

В результате автоматизация проектирования стала необходимой составной частью подготовки инженеров разных специальностей; инженер, не владеющий знаниями и не умеющий работать в САПР, не может считаться полноценным специалистом.

Проектирование технического объекта — создание, преобразование и представление в принятой форме образа этого еще не существующего объекта. Образ объекта или его составных частей может создаваться в воображении человека в результате творческого процесса или генерироваться в соответствии с некоторыми алгоритмами в процессе взаимодействия человека и ЭВМ. В любом случае инженерное проектирование начинается при наличии выраженной потребности общества в некоторых технических объектах, которыми могут быть объекты строительства, промышленные изделия или процессы. Проектирование включает в себя разработку технического предложения и (или) технического задания (ТЗ), отражающих эти потребности, и реализацию ТЗ в виде проектной документации.

Результатом проектирования, как правило, служит полный комплект документации, содержащий достаточные сведения для изготовления объекта в заданных условиях. Более коротко, проектирование — процесс, заключающийся в получении и преобразовании исходного описания объекта в окончательное описание на основе выполнения комплекса работ исследовательского, расчетного и конструкторского характера.

Преобразование исходного описания в окончательное порождает ряд промежуточных описаний, подводящих итоги решения некоторых задач и используе-

мых для обсуждения и принятия проектных решений для окончания или продолжения проектирования.

Проектирование, при котором все проектные решения или их часть получают путем взаимодействия человека и ЭВМ, называют «автоматизированным», в отличие от «ручного» без использования ЭВМ) или «автоматического» (без участия человека на промежуточных этапах). Система, реализующая автоматизированное проектирование, представляет собой «Систему автоматизированного проектирования» (в англоязычном написании CAD System — Computer Aided Design System).

Автоматическое проектирование возможно лишь в отдельных частных случаях для сравнительно несложных объектов (тривиальные, рутинные расчеты). Превалирующим в настоящее время является автоматизированное проектирование. Проектирование сложных объектов основано на применении идей и принципов, изложенных в ряде теорий и подходов. Наиболее общим подходом является системный подход, идеями которого пронизаны различные методики проектирования сложных систем.

Принцип системного подхода

Основные идеи и принципы проектирования сложных систем выражены в системном подходе. Для специалиста в области системотехники они являются очевидными и естественными, однако их соблюдение и реализация зачастую сопряжены с определенными трудностями, обусловливаемыми особенностями проектирования. Как и большинство взрослых образованных людей, правильно использующих родной язык без привлечения правил грамматики, инженеры используют системный подход без обращения к пособиям по системному анализу. Однако интуитивный подход без применения правил системного анализа может оказаться недостаточным для решения все более усложняющихся задач инженерной деятельности.

Основной общий принцип системного подхода заключается в рассмотрении частей явления или сложной системы с учетом их взаимодействия.

Системы автоматизированного проектирования и управления относятся к числу наиболее сложных современных искусственных систем. Их проектирование и сопровождение невозможны без системного подхода. Поэтому идеи и положения системотехники входят составной частью в дисциплины, посвященные изучению современных автоматизированных систем и технологий их применения.

Интерпретация и конкретизация системного подхода имеют место в ряде известных подходов с другими названиями, которые также можно рассматривать как компоненты системотехники. Таковы структурный, блочно-иерархический, объектно-ориентированный подходы.

РАЗДЕЛ 1. ПРИНЦИПАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И СООРУЖЕНИЙ НА НИХ

1.1. ПОНЯТИЕ О СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Накопленный в настоящее время отечественный и зарубежный опыт показывает, что применение математических методов и ЭВМ при проектировании существенно повышает технический уровень и качество проектируемых объектов при заметном снижении строительной стоимости, а также резко сокращает сроки разработки проектов. Автоматизированное проектирование оказывается особенно эффективным, когда от отдельных расчетов на ЭВМ переходят к разработке и использованию систем автоматизированного проектирования, в которых уже взаимосвязаны все стадии проектно-изыскательских работ, начиная со сбора, обработки и представления исходной для проектирования информации и кончая оформлением проектно-сметной документации.

Система автоматизированного проектирования (САПР) - организационно-техническая система, состоящая из комплекса средств автоматизации проектирования, взаимосвязанного с подразделениями проектной организации, и выполняющая автоматизированное проектирование.

Следует различать проектирование автоматическое и автоматизированное. При автоматическом проектировании процесс получения, преобразования, передачи информации, формирования управляющих команд осуществляется автоматически без участия инженера-проектировщика. Однако и в этом случае проектировщик принимает участие в главных этапах проектного процесса: на этапе подготовки задания на проектирование и на этапе оценки полученного проектного решения с возможной последующей его корректировкой. При автоматизированном проектировании инженер-проектировщик непосредственно участвует и в процессе выработки проектного решения, направляя проектный процесс по нужному руслу.

Главный эффект от применения САПР возникает в результате автоматизации различных творческих функций человека на ранних стадиях разработки проекта, когда вырабатываются самые принципиальные решения (например, выбор общего направления трассы автомобильной дороги, установление положения проектной линии продольного профиля и т. д.). Творческий процесс создания инженером-проектировщиком с помощью технических средств САПР математической модели объекта строительства, оперативный анализ в ходе этого процесса достоинств и недостатков модели определяют качественно новую ситуацию в проектировании: инженер-проектировщик в ходе диалога с ЭВМ всесторонне анализирует большое число вариантов, осуществляет оптимизацию проектных решений, моделирует поведение объекта или отдельных его элементов во времени и пространстве и в конечном итоге выбирает наилучший вариант для последующей детальной проработки.

САПР — это организационная система, основу которой составляют компоненты методического, программного, информационного, технического и организационного обеспечения.

Проектирование на уровне САПР предусматривает перестройку всего проектно-изыскательского дела: радикальное изменение состава и знаний инженерно-технического персонала, изменение существующей структуры проектно-изыскательских предприятий и технологии изысканий и проектирования.

Функциями САПР являются разработка и выпуск проектно-сметной документации, обладающей уровнем качества, недостижимым средствами традиционного (неавтоматизированного) проектирования.

Коренное отличие системного проектирования от эпизодического применения ЭВМ при традиционном проектировании заключается в том, что все подсистемы САПР взаимосвязаны и результаты проектных проработок по одной из подсистем непосредственно используются в виде исходной информации для последующего проектирования без промежуточной переподготовки. Эти результаты, кроме того, могут выдаваться на экран электронно-лучевой трубки (дисплей) в виде цифровой либо графической информации, которая при необходимости непосредственно корректируется инженером-проектировщиком. Таким образом, осуществляется диалог инженера с ЭВМ.

Целью создания САПР являются:

Повышение качества объектов проектирования. Например, разработка проектов автомобильных дорог, имеющих оптически плавную трассу, органически вписывающихся в окружающий ландшафт, и обогащающих его, обеспечивающих наилучшие транспортно-эксплуатационные показатели (уровни удобства и безопасность движения, скорости движения, время сообщения, пропускную способность и т. д.);

снижение стоимости строительства объектов и их материалоемкости. Стоимость автомобильных дорог и материалоемкость проектных решений при системном автоматизированном составлении проекта оказываются на 10—15 % (а иногда и более) ниже соответствующих показателей при использовании традиционной технологии;

сокращение сроков проектирования, трудовых затрат и повышение качества проектно-сметной документации. При системном автоматизированном проектировании сроки проектно-изыскательского цикла (с соответствующим ростом производительности труда) сокращаются в среднем на 20—25 % и более. Подготовка проектно-сметной документации с использованием специальных автоматических устройств выдачи информации обеспечивает оформление проекта (пояснительных записок, смет и чертежей) с качеством, недостижимым при традиционной технологии. При проектировании с использованием САПР наибольший экономический эффект достигается в связи с повышением качества объектов проектирования и снижением стоимости и материалоемкости строительства.

Экономический эффект при проектировании с использованием САПР обеспечивают следующие факторы:

Результаты проектирования по одной из подсистем САПР автоматически используются в качестве исходной информации для последующего этапа автоматизированного проектирования без трудоемкой ручной переподготовки, определяющей к тому же большое количество неизбежных ошибок. Использование САПР автоматизирует трудоемкие и рутинные операции традиционной технологии (подготовка пояснительных записок, чертежей, смет, расчетов и т. д.);

создание новой технологии проектно-изыскательских работ. Проектирование на уровне САПР предполагает использование качественно отличной технологии выполнения проектно-изыскательских работ, характеризуемой системностью, комплексностью, широтой охвата и исключительной глубиной проработки;

повышение специализации. Весь многолетний опыт системного автоматизированного проектирования убеждает в необходимости разделения функций изысканий и проектирования между специализированными, оснащенными соответствующим оборудованием, изыскательскими и проектными организациями, а также в разделении функций проектирования между узкими специалистами по проектированию плана, земляного полотна, дорожных одежд, искусственных сооружений, транспортных развязок движения и т. д. Структура проектно-изыскательских институтов, определенная старой технологией производства проектно-изыскательских работ, должна быть существенно реорганизована;

совершенствование методов управления процессами проектирования;

внедрение методов оптимизации проектных решений. Использование оптимизирующих алгоритмов, реализация которых при ручном проектировании практически исключена, позволяет сильно снизить, стоимость и материалоемкость основных проектных решений (земляного полотна, дорожных одежд, искусственных сооружений и т.д.);

введение методов математического моделирования. Использование методов математического моделирования, реализация которых при ручном проектировании также немислима, позволяет моделировать поведение проектируемого объекта во времени и пространстве (моделирование работы мостовых переходов, малых искусственных сооружений, моделирование объектов проектирования, моделирование транспортных потоков и т. д.), что резко повышает качество принимаемых проектных решений;

Элементы автомобильных дорог, для которых в настоящее время не представляется возможным аналитически находить экстремальные значения целевых функций, проектируют многовариантно что позволяет находить проектные решения, приближающиеся к оптимальному.

1.2 ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

При создании, эксплуатации и развитии САПР руководствуются следующими общесистемными принципами: включения, системного единства, развития, комплексности, информационного единства, совместимости, инвариантности.

Принцип включения состоит в том, что требования к созданию, функционированию и развитию САПР определяются со стороны более сложной системы

(включающей в себя САПР) министерства, департамента, проектной организации. Например, автоматизированная система управления проектированием (АСУП) является подсистемой по отношению к отраслевой автоматизированной системе управления (ОАСУ), в то время как САПР проектных организаций являются компонентами АСУП.

Принцип системного единства состоит в том, что на всех этапах создания, функционирования и развития САПР целостность системы обеспечивается связями между подсистемами САПР. При этом выходные результаты одной подсистемы служат входной информацией для другой подсистемы. Компоненты являются основными элементами структуры САПР. При этом, с одной стороны, компонент САПР является элементом определенной подсистемы, а с другой — элементом средства обеспечения.

Принцип развития предполагает, что САПР разрабатывается и функционирует как развивающаяся система, для чего сразу предусматривают возможность наращивания и совершенствования компонентов САПР и связей между ними.

По мере развития методов и технологии изысканий и проектирования автомобильных дорог, а также совершенствования технических средств автоматизации необходимы замена устаревших методов проектирования новыми, расширение системы за счет включения новых расчетных и проектирующих программ и периодическая замена морально устаревающих технических средств более современными без остановки эксплуатации САПР.

Принцип комплексности состоит в том, что при проектировании на уровне САПР должна быть обеспечена связь проектирования отдельных элементов и всего объекта в целом на всех стадиях проектирования. Так, например, при проектировании вариантов плана трассы автомобильной дороги для оценки полученного решения необходимо выполнить полный комплекс проектирования всех элементов дороги (искусственные сооружения, продольный профиль, оценка проектного решения по различным показателям, в частности оценка зрительной плавности трассы и т. д.). В случае, если по какому-либо критерию - полученное решение не устраивает проектировщика, план трассы варианта корректируется с последующим проектированием всех элементов дороги.

Принцип информационного единства заключается в том, что в подсистемах, средствах обеспечения и компонентах САПР должны использоваться термины, символы, условные обозначения, проблемно-ориентированные языки программирования и способы представления информации, установленные в отраслях соответствующими нормативными документами. Информационное единство в рамках конкретной системы исключает двоечтение, ошибки и путаницу.

Универсальные объектно-ориентированные языки программирования позволяют ставить проблему перед ЭВМ в виде, понятном для инженера-проектировщика.

Принцип совместимости состоит в том, что языки, символы, коды, информационные и технические характеристики структурных связей между подсистемами, средствами обеспечения и компонентами САПР согласуются таким образом,

что обеспечивается совместное функционирование всех подсистем и сохраняется открытая структура системы в целом.

Принцип совместимости обеспечивается использованием универсальных объектно-ориентированных языков программирования, использованием систем управления базами данных широкого назначения, операционных систем (ДОС, ОС), совместимых технических средств (ЭВМ IBM- стандарта, децентрализованное периферийное оборудование и т.д.)

Принцип инвариантности заключается в том, что подсистемы и компоненты САПР должны быть по возможности универсальными или типовыми, т. е. инвариантными по отношению к проектируемым объектам и отраслевой специфике.

1.3. СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

за последние два десятилетия процесс развития средств вычислительной техники и внедрения ее в область проектирования ознаменовался переходом от использования в автоматическом режиме отдельных программ на отдельных этапах проектирования к, созданию крупных объектно-ориентированных программных систем, предназначенных для комплексного выполнения проектных работ. В результате сложилось новое представление о системах автоматизированного проектирования, как об организационно-технических системах, основу которых составляют компоненты методического, программного, информационного, технического и организационного обеспечения.

Компоненты САПР — это элементы средств обеспечения, выполняющие определенные функции.

Компонентами методического обеспечения являются документы, в которых полностью или со ссылками на первоисточники изложены теория, методы, способы, -математические модели, алгоритмы, алгоритмические специальные языки для описания объектов, терминология, нормативы и другие данные, обеспечивающие методологию проектирования в САПР.

Теория и методы проектирования автомобильных дорог и сооружений на них в последние десятилетия получили большое развитие именно в связи с возможностью перехода на автоматизированное проектирование. Применение ЭВМ позволяет на качественно более высоком уровне реализовать основные вопросы проектирования автомобильных дорог (проектирование плана, продольного профиля, земляного полотна, дорожных одежд, искусственных сооружений, мостовых переходов, транспортных развязок), а также оценки проектных решений. Монографии, учебники, труды институтов, журнальные статьи и другие издания, где изложены теория и методы автоматизированного проектирования автомобильных дорог, составляют фундамент методического обеспечения САПР.

Методы решения конкретных задач проектирования автомобильных дорог выражают однозначно в виде, удобном для реализации на ЭВМ, т. е. представляют в виде алгоритмов.

Алгоритм — это последовательность вычислительных и логических операций, по которым можно определить значения искомых величин при заданных значениях исходных. Алгоритмы обладают следующими свойствами:

определенностью, т. е. конкретностью описания последовательности операций;

общепонятностью, при которой вычисления может произвести любой человек, знающий элементарную алгебру;

массовостью, т. е. возможностью использовать любые исходные данные, принадлежащие одному множеству, с получением искомого результата.

Алгоритм отличается от метода большим совершенством и определенностью, а также формой написания, максимально приспособленной для реализации на ЭВМ. Для этого используют алгоритмические языки программирования, понятные инженеру-проектировщику и ЭВМ.

Алгоритмы решения конкретных задач проектирования автомобильных дорог, содержащиеся обычно в программной документации, составляют вторую часть методического обеспечения САПР.

Проектирование автомобильных дорог и сооружений на них всегда осуществляется в соответствии с действующими нормативными документами, к которым относятся:

- Технические регламенты (ТР);
- Технические кодексы установившейся практики (ТКП),
- Межгосударственные стандарты (ГОСТ),
- Стандарты Республики Беларусь (СТБ),
- Общереспубликанские строительные нормы (СНБ),
- Строительные нормы и правила (СНиП),
- Санитарные правила и нормы (СанПиН),
- Руководящие документы (РД), и разного рода методические указания, рекомендации, наставления.

Нормативно-методическая документация составляет третью часть методического обеспечения САПР.

По мере развития науки и совершенствования средств вычислительной техники непрерывно видоизменяются и совершенствуются методы и технология проектирования автомобильных дорог, появляются новые методы изысканий и проектирования, новые алгоритмы и программы, совершенствуются и обновляются нормативно-методические документы

В связи с этим на методическое обеспечение САПР нельзя смотреть как на нечто раз и навсегда определенное. Методическое обеспечение в ходе эксплуатации САПР непрерывно видоизменяется в соответствии с развитием научно-технического прогресса.

Компонентами программного обеспечения САПР являются документы с текстами программ, программ на машинных носителях информации и эксплуатационные документы, обеспечивающие функционирование системы.

Программа — это последовательность команд, написанных в кодах ЭВМ и дающих ей точное задание для всех этапов цикла обработки данных.

Подпрограмма — это завершенная часть программы, которая не может, однако, функционировать как самостоятельная, а только лишь будучи включенной в основную программу или другую подпрограмму.

Программное обеспечение САПР подразделяют на общесистемное и прикладное.

Компонентами общесистемного программного обеспечения операционные системы (ОС), трансляторы (переводчики программ с алгоритмических языков программирования на язык, воспринимаемый данной ЭВМ), супервизоры (автоматические диспетчеры) и т. д.

Компонентами прикладного обеспечения являются программы, пакеты прикладных программ (ППП) и системы прикладных программ, предназначенные для получения проектных решений. Пакет прикладных программ — это несколько связанных между собой вычислительных программ для решения определенной проектной задачи, когда ввод и вывод данных каждой отдельной программы должен быть согласован с остальными программами. Системы прикладных программ, составляющие основу технологических линий проектирования (ТЛП), формируются таким образом, что связь между отдельными программами осуществляется через данные промежуточных результатов, когда результаты расчета по одной программе автоматически используются в качестве исходной информации для расчета по другой.

Технологическая линия проектирования (ТЛП) — это связанная проектно-технологическая фаза обработки главных этапов проектирования с использованием системы прикладных программ и других вспомогательных средств проектирования с обеспечением возможности контроля и изменения данных. ТЛП — это система с вполне определенной рациональной последовательностью выполнения конструкторских, расчетных, машинописных, чертежных, множительных и других работ, подобная конвейеру.

Компонентами информационного обеспечения САПР являются документы, содержащие описание стандартных проектных процедур, типовых проектных решений, типовых элементов, комплектующих изделий, материалов и другие данные, а также массивы и блоки данных на машинных носителях с записью указанных документов, обеспечивающие функционирование САПР.

К информационному обеспечению САПР-АД относятся прежде всего типовые проектные решения по земляному полотну, дорожной одежде, пролетным строениям мостов и опорам, трубам, подпорным стенкам, обстановке и принадлежностям дороги, зданиям и сооружениям службы эксплуатации и т. д. Вся цифровая информация о типовых проектных решениях хранится во внешней долговременной памяти машины: на магнитных лентах (МЛ) или на магнитных дисках (МД), к которым обеспечен оперативный доступ в процессе автоматизированного проектирования.

Типовые проекты постоянно совершенствуются, обновляются, разрабатываются новые. Все это требует систематического обновления и расширения информационной базы САПР.

Компонентами технического обеспечения являются устройства вычислительной и организационной техники, средства передачи информации, измерительные и другие устройства или их сочетания, обеспечивающие функционирование САПР. Совокупность компонентов технического обеспечения образует комплекс технических средств (КТС) САПР.

Создание комплекса технических средств САПР связано с необходимостью выполнения ряда противоречивых требований, которые включают:

быстрое освоение имеющегося парка вычислительной техники. Следует помнить, что моральное старение технического обеспечения системы и необходимость его замены новым возникает каждые 5—8 лет», что требует соответствующей организационной перестройки; увязку прикладного программного обеспечения с общесистемным;

обеспечение быстрого и легкого доступа инженера-проектировщика к ЭВМ и преодоление барьера несовместимости;

повышение эффективности и качества проектирования. В противном случае реализация проектирования на уровне САПР становится бессмысленной.

Техническое обеспечение САПР представляет собой совокупность ЭВМ, децентрализованных периферийных устройств и средств связи.

ЭВМ — это центральный процессор электронной вычислительной машины и другие ее устройства. ЭВМ является центральным устройством САПР. К ней предъявляются высокие требования по быстродействию, объему оперативной памяти, надежности, возможности работать в режиме разделения времени и т. д.

Децентрализованное периферийное оборудование включает в себя три группы устройств:

устройства ввода и вывода информации, связанные каналами связи с центральным процессором: печатающие устройства (принтеры); дисплеи (устройства обмена алфавитно-цифровой, либо графической информацией на электронно-лучевой трубке); графопостроители (чертежно-графические автоматы, предназначенные для автоматического вывода текстовой, цифровой и графической информации на бумагу, кальку, специальные пленки и иные носители) и т. д. Устройства ввода и вывода информации могут быть расположены около ЭВМ или далеко от них;

устройства сбора, регистрации и обработки данных, не связанные с центральным процессором: устройства подготовки данных (перфораторы, устройства записи на магнитные ленты и т. д.); аэрофотооборудование; геодезическое оборудование для наземного сбора топогеодезической информации (электронные, лазерные тахеометры, регистраторы, приборы спутниковой GPS-навигации и т. д.); инженерно-геологическое и геофизическое оборудование и т. д.;

обслуживающие устройства: хранилища, бумагорезательные, копировальные машины и т. д.

Средства связи — это устройства, обеспечивающие связь между ЭВМ, а также между периферийными устройствами первой группы и ЭВМ. В понятие средств связи входят, кроме того, модемная, телефонная, радио- и другие виды связи между пользователями и ЭВМ.

Компонентами организационного обеспечения САПР являются методические и руководящие материалы, положения, инструкции, приказы, штатные расписания, квалификационные требования и другие документы, обеспечивающие взаимодействие подразделений проектной организации при создании, эксплуатации и развитии САПР.

1.4. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Все началось в прошлом веке, в далеком 1975 году, когда Пол Аллен и Билл Гейтс, прочитав опубликованную 1 января 1975 г. в журнале “Popular Electronics” статью о новом персональном компьютере Altair 8800, разработали для него интерпретатор языка BASIC. Через месяц — 1 февраля 1975 года — было подписано лицензионное соглашение с компанией Micro Instrumentation and Telemetry Systems (MITS) — производителем этого ПК — об использовании BASIC в составе ПО для Altair. В этом же году Билл Гейтс в письме к Аллену предложил название для их компании — Micro-Soft (с написанием через дефис).

Свой первый год новая компания, в которой работало три человека, закончила с оборотом 16 005 долл. Сравните это с 2000 годом, в котором доходы корпорации составили 25,3 млрд. долл., а прибыль — более 7,3 млрд.

Сегодня Microsoft — это признанный лидер в области разработки программного обеспечения для персональных компьютеров; более 48 000 сотрудников в 61 стране мира;

программные продукты, которые выпускаются на 35 языках более чем в 60 странах мира.

Одна из причин успеха компании — надежные и производительные операционные системы для персональных компьютеров, пользующиеся заслуженной популярностью у миллионов пользователей во всем мире.

Microsoft MS-DOS

Перед вами стенд, посвященный одной из самых известных операционных систем Microsoft. Сейчас мало кто знает, что первая операционная система, созданная Microsoft, называлась вовсе не MS-DOS, а XENIX OS (кстати, это была операционная система семейства UNIX) — она была анонсирована 25 августа 1980 года. А операционная система MS-DOS 1.0 появилась годом позже, 12 августа 1981 года.

Толчком к разработке MS-DOS послужила встреча с двумя сотрудниками IBM, приехавшими летом 1980 г. в Microsoft, где они рассказали о персональном компьютере, который корпорация IBM, возможно, создаст. На встрече шел разговор о возможном приобретении IBM таких продуктов Microsoft как BASIC, FORTRAN, COBOL и, может быть, еще чего-нибудь. В результате первых переговоров IBM попросила Microsoft разработать для нового компьютера еще и операционную систему. Так началась совместная работа над проектом IBM PC, которой в результате до неузнаваемости изменил наш мир.

После совещания, которое прошло в сентябре 1980 г (на нем присутствовали Билл Гейтс, Пол Аллен, Стив Балмер и Кей Ниши, сотрудник представительства Microsoft в Японии, Microsoft за пределами США), было решено взяться за создание ОС, которая должна была содержать около 30 тыс. строк кода.

Основой для создания MS-DOS стала 16-разрядная операционная система SCP-DOS, разработанная Тимом Паттерсоном в компании Seattle Computer Products. Тим и три его топ-менеджера были приглашены на работу в Microsoft, и он принимал активное участие в создании новой операционной системы — MS-DOS v1.0. Первая версия MS-DOS была установлена на IBM PC вместе с Microsoft Basic, Microsoft COBOL, Microsoft FORTRAN и некоторыми другими программами Microsoft.

Вот некоторые вехи из истории развития MS-DOS.

9 марта 1983 г. Выход MS-DOS 2.0

14 августа 1984 г. IBM выбирает Microsoft XENIX и MS-DOS в качестве операционных систем для своего нового ПК -IBM PC AT.

13 ноября 1989 г. Microsoft и IBM заключают соглашение о сотрудничестве в разработке операционных систем для 90-х годов. В число этих систем, которые должны были работать на ПК с 386 и 486 процессорами, входят MS-DOS, Microsoft OS/2 и ряд других продуктов

9 апреля 1990 г. Появляется русская версия MS-DOS 4.01. Это был первый программный продукт Microsoft, локализованный на русском языке.

11 июня 1991 г. Выход MS-DOS 5.0

30 марта 1993 г. Выход MS-DOS 6.0 Upgrade

3 июня 1993 г. Выход MS-DOS 6.22

Всего было выпущено 12 версий MS-DOS: 1.0 (1.1) — 2.0 — 3.0 — 3.3 — 4.0 (4.01) — 5.0 — 6.0 (6.2, 6.21, 6.22), и каждая версия имела свои особенности. Так, MS-DOS 2.0 была ориентирована на обеспечение совместимости с приложениями, разработанными для других операционных систем. В MS-DOS 3.0 основное внимание было уделено сетевым возможностям и работе с дисками больших объемов (больше 1 Гбайт), в MS-DOS 5.0 была реализована поддержка расширенной памяти (больше 640 Кбайт). MS-DOS 6.0 (и ее подверсии) собрала воедино все, что было сделано, и в то же время стала последней операционной системой семейства MS-DOS. На этой системе в Microsoft закончилась «эпоха MS-DOS».

При всей популярности, у MS-DOS был «один существенный недостаток»: для работы с ней нужно было знать довольно много: команды системы, их назначение и варианты использования и тому подобное. В общем, для того чтобы работать с MS-DOS, нужно было иметь «семь пядей во лбу» — наверное, поэтому на людей, работающих за персональными компьютерами, смотрели как на крутых специалистов, своего рода «компьютерных гуру».

Для того чтобы персональные компьютеры стали доступны многим, в том числе и неспециалистам, нужно было придумать что-то новое.

Microsoft Windows 3.1

Первые идеи о построении операционной системы, отличающейся от привычной «текстовой» MS-DOS и имеющей новый графический интерфейс, были высказаны Биллом Гейтсом в конце 1982 г.

Толчком к этому послужил целый ряд причин — работа над графическими модулями для BASIC, реализация графического интерфейса в компьютерах, выпускаемых компанией XEROX, а также работы, проводимые в институте Карнеги-Меллона.

Впервые Microsoft Windows была представлена на выставке COMDEX 10 ноября 1983 г., тогда она позиционировалась как графическое расширение для MS-DOS. Первая версия — Microsoft Windows 1.0 — была выпущена спустя 2 года, 20 ноября 1985 года и тоже была не более чем расширение для MS-DOS. Даже известные Microsoft Windows 3.x и Microsoft Windows for Workgroups 3.x не являлись операционными системами в чистом виде, а представляли собой надстройки или расширения MS-DOS.

Основными новшествами, реализованными в Microsoft Windows, стали появление графического интерфейса пользователя и использование наряду с клавиатурой другого устройства — графического манипулятора «мышь», без которого теперь трудно представить любой современный персональный компьютер. Появление графического интерфейса пользователя стало поистине гигантским шагом вперед в индустрии программного обеспечения для ПК, своего рода революцией. Теперь пользователю не нужно было знать все команды операционной системы, не нужно было вводить их с клавиатуры — ему было достаточно открыть графическое окно (прямоугольная область на экране компьютера), найти в нем специальный значок, пиктограмму нужной ему программы, щелкнуть по нему мышкой и программа запускалась...

Конечно, новые методы работы были непривычными для пользователей, но чтобы они быстрее привыкли к ним, Microsoft специально включила в состав Windows игру Reversi, которая помогала освоиться с принципом «укажи — и — щелкни» (point and click).

Вот некоторые вехи из истории развития первых версий Microsoft Windows
29 августа 1989 г. Выход Windows/286 v.1.03

22 мая 1990 г. Выпуск Windows 3.0

6 апреля 1992 г. Выход Windows 3.1

В новой версии ОС (Windows 3.1) было сделано более 1000 улучшений и изменений по сравнению с Windows 3.0. Выпуск этой версии вызвал такой большой интерес у пользователей, что на нее было сделано около 1 млн. предварительных заказов во всем мире, а за 9 месяцев продаж было приобретено около 16 млн. копий Windows 3.1. Спустя год (14 августа 1993 г.) корпорация Microsoft объявила о том, что число пользователей Microsoft Windows превысило 25 млн. чел. — это сделало Microsoft Windows самой популярной операционной системой с графическим интерфейсом пользователя.

За четыре года, прошедшие с момента появления Windows 3.1, она стала фактическим стандартом операционных систем для персональных компьютеров. Microsoft Windows 3.1 (и впоследствии Windows for Workgroups 3.11) представила

навливалась примерно на 80% выпускаемых в то время персональных компьютеров, а на прикладные программы для Microsoft Windows приходилось 60% продаж программного обеспечения.

Microsoft Windows for Workgroups 3.11

В конце 80 — начале 90-х годов в «мире персональных компьютеров» стали получать распространение локальные вычислительные сети, которые позволяли объединять несколько компьютеров и совместно использовать их ресурсы. Возможности работы в сети были реализованы уже в MS-DOS 3.0, но, учитывая успех Microsoft Windows и таких специализированных операционных систем, как Artisoft LANtastic и Novell NetWare, корпорация Microsoft в 1992 году создала версию Microsoft Windows, которая была предназначена для работы в локальных (одноранговых) вычислительных сетях. Эта операционная система получила название Windows for Workgroups 3.1 (Windows для рабочих групп), и увидела свет 27 ноября 1992 года.

Примерно через год, 8 ноября 1993 года (если бы это происходило у нас, то это назвали бы подарком к празднику Октября), корпорация Microsoft выпустила версию Microsoft Windows for Workgroups 3.11. Эта версия Windows менее чем через 5 месяцев (к 18 апреля 1994 г.) стала самой продаваемой операционной системой в мире, обогнав по числу проданных копий Microsoft Windows 3.1.

Microsoft Windows NT 3.51

Операционная система Microsoft Windows была создана для работы в среде MS-DOS и расширения ее возможностей. Тогда же, в 80-х годах, Microsoft и IBM объединили свои усилия для разработки операционной системы, которая смогла бы стать заменой MS-DOS для компьютеров, базирующихся на процессорах Intel.

Такой операционной системой должна была стать OS/2, но одновременно с работой над ней Microsoft начала работу над более мощной операционной системой, которая могла бы функционировать и на других платформах. Идея разработки заключалась и в том, чтобы написать новую операционную систему на языке высокого уровня, что позволило бы сделать ее более мобильной, т.е. переносимой на другие компьютеры.

Для работы над новой операционной системой, которая имела рабочее название “New Technology Operating System”, корпорация Microsoft пригласила Дэйва Катлера (Dave Cutler), который работал в корпорации DEC и был одним из разработчиков операционной системы DEC VAX VMS. В созданной в 1988 году группе разработки новой операционной системы было всего 12 человек, среди которых, наряду с Дэйвом Катлером, были также бывшие сотрудники DEC, принимавшие участие в разработке DEC VAX VMS.

Первоначально новая операционная система получила название OS/2 NT. Однако в 1990 году Microsoft выпустила Windows 3.0, и с этого момента пути Microsoft и IBM разошлись. Дело в том, что IBM рассматривала Microsoft Windows как очередную ступеньку к созданию более совершенной операционной системы OS/2, а Microsoft решила разрабатывать на основе Windows другую, отличную от OS/2, операционную систему. В результате IBM сохранила за своей

операционной системой название OS/2, а Microsoft изменила его с OS/2 NT на Windows NT.

В августе 1991, на конференции Microsoft Windows Developers Conference была впервые продемонстрирована рабочая версия операционной системы Microsoft Windows NT, которая включала в себя новые функции, необходимые для работы критически важных приложений, и организации клиент-серверных вычислений. Система была ориентирована на рынок высокопроизводительных серверов и рабочих станций.

В июле 1993 года в продажу были выпущены Microsoft Windows NT 3.1 и Microsoft Windows NT Advanced Server 3.1. Они использовали тот же графический интерфейс, что Microsoft Windows, однако это были полностью 32-х разрядные операционные системы с высокой надежностью и производительностью. Основным преимуществом Windows NT над другими операционными системами стало наличие хорошо продуманной системы защиты и специальной файловой системы (NTFS), эффективно распределяющей права доступа к ресурсам.

И, в отличие от Windows или Windows for Workgroups Windows, Windows NT была «чистой» операционной системой, а не надстройкой над MS-DOS.

В сентябре 1994 года были выпущены версии Windows NT Workstation 3.5 и Windows NT Server 3.5. По сравнению с Windows NT 3.1, в этих версиях было значительно повышено быстродействие, уменьшен размер памяти, занимаемый системой и обеспечивалось взаимодействие с другими ОС, особенно с Novell NetWare и UNIX.

Менее чем через год, в июне 1995, Microsoft объявила о выходе систем семейства Windows NT 3.51, которые включали такие расширенные возможности, как сетевая установка Windows 95 (в качестве клиента), поддержка работы Windows 95-совместимых приложений и новых устройств, например, PCMCIA.

Microsoft Windows 95

Работа над новой версией операционной системы, которая должна была стать преемником популярной Microsoft Windows 3.1, началась в 1992 году и продолжалась немногим более 3-х лет.

При создании новой операционной системы преследовались следующие цели:

новая система должна была иметь новый, более удобный интерфейс пользователя;

обеспечивать работу в защищенном режиме;

иметь встроенную поддержку различных сетей;

иметь поддержку технологии Plug-and-Play;

иметь поддержку интерфейса программирования Win32 API;

быть устойчивой и надежной.

Это, как говорится, технические требования. Если же говорить более понятным, человеческим языком, то новая версия Microsoft Windows должна была иметь удобный интерфейс, требовать мало ресурсов, быть быстрой, устойчивой и надежной и уметь работать с современными периферийными устройствами.

За время работы над Windows 95:

было выпито 196 850 чашек кофе
было совершено 98 384 «похода» в кофейни Starbucks
в группе разработки родилось 75 детей

Официально название новой операционной системы Microsoft Windows 95 было объявлено 8 сентября 1994 года, а непосредственно выпуск одной из самых успешных ОС Microsoft состоялся 24 августа 1995 года.

Летом 1995 года корпорация развернула грандиозную маркетинговую программу во всем мире. Повсюду звучала реклама с хитом Start Me Up группы Rolling Stones. На небоскреб Empire States Building в Нью-Йорке проецировалось изображение логотипа Microsoft Windows, а в день выхода Windows 95 армия одетых в униформу сотрудников корпорации вручала копии программы фанатам, простоявшим в очереди всю ночь.

За четыре дня продаж во всем мире было продано более 1 млн. копий Windows 95, а к 17 октября это число достигло 7 миллионов.

Интересно, что число проданных копий Windows 95 (за все время) превышает число билетов, проданных на фильм «Отверженные», число копий фильмов «Белоснежка», «Парк Юрского периода», «Бэтман» и «Бэмби», а также число проданных альбомов Thriller Майкла Джексона вместе взятых.

Наибольшим изменениям в Windows 95 подвергся пользовательский интерфейс — именно с Windows 95 началась эпоха «кнопки Start». Уже ставшие привычными для пользователей Microsoft Windows окна и специальные программы уступили место «рабочему столу», новой метафоре интерфейса пользователя. Теперь экран дисплея представлял собой поверхность рабочего стола, на котором файлы показаны в виде пиктограмм, помещенных в специальные папки. Для работы с программами Windows 95 использовалась одна кнопка Start (или «Пуск» — в русской версии), а для доступа к уже запущенным программам предназначалась специальная панель задач, как правило расположенная в нижней части экрана. Этот новый интерфейс пользователя, реализованный в Windows 95, представлял собой наиболее удобный и интуитивно понятный способ работы.

С точки зрения программной архитектуры, Windows 95 — это 32-разрядная, многопоточная операционная система с вытесняющей многозадачностью. Наиболее важные изменения в Windows 95 были вызваны стремлением корпорации Microsoft сделать ее совместимой с существующими 16-разрядными прикладными программами, разработанными для предыдущих версий Windows.

Microsoft Windows NT 4.0

В июле 1996 года корпорация Microsoft выпустила очередные версии операционных систем семейства Windows NT: Windows NT Workstation 4.0 и Windows NT Server 4.0. Эти системы имели уже ставший популярным пользовательский интерфейс Windows 95 и обеспечивали удобство в работе и управлении, а также высокое быстродействие сетевых операций и предоставляли пользователям полный комплект инструментов для создания и управления внутренними интранет-сетями. В состав Windows NT Server 4.0 также входили программы, с помощью которых компании могли легко создавать корпоративные веб-узлы и управлять ими.

Интранет-сеть или просто интранет — локальная вычислительная сеть предприятия, в которой широко используются Интернет-технологии.

Такое внимание к использованию Интернет-технологий в составе операционных систем Microsoft, предназначенных для использования в организациях, объяснялось, прежде всего, возросшей ролью самой «Всемирной Паутины» (Интернета): сотрудники компаний, да и сами компании все больше и больше стали обращаться в Интернет для поиска необходимой информации.

Через 30 дней после выпуска число проданных лицензий на Windows NT 4.0 Server превысило 150 000 штук.

В конце 1997 года корпорация Microsoft выпустила Windows NT 4.0 Server Enterprise Edition — версию, специально предназначенную для построения крупномасштабных корпоративных распределенных приложений. Новая версия Windows NT 4.0 обладала всеми необходимыми характеристиками для построения отказоустойчивых корпоративных решений, обслуживающих тысячи пользователей. Выпуск этой версии предоставил крупным предприятиям возможности построения масштабных информационных систем с производительностью, которую раньше можно было получить только с помощью специальных систем (в частности, UNIX-систем). Теперь это стало возможным и при использовании стандартных, наиболее распространенных и недорогих серверов на основе процессоров Intel.

По результатам исследования, проведенного корпорацией IDC в 1998 году, в течение 1998 года было продано более чем 1,56 млн. лицензий на Windows NT 4.0 Server. Это приблизительно на 50% превосходит аналогичный показатель для операционных систем фирмы Novell и вдвое больше суммарного результата по всем поставщикам UNIX-систем. Всего же с момента выхода Windows NT было продано более 3 млн. лицензий на Windows NT Server и более 20 млн. лицензий на Windows NT Workstation.

Microsoft Windows 98

Конец 90-х годов XX века — время интенсивного развития Интернета и его повсеместного использования. Естественно, что корпорация Microsoft не могла пройти мимо этого, и выпустила операционную систему Microsoft Windows 98. Новая версия Windows должна была облегчить доступ пользователей в Интернет. Для этого разработчики корпорации Microsoft изменили рабочий стол Windows — он стал активным (и получил название Active Desktop), и теперь пользователь мог размещать на нем не только ярлыки программ, находящиеся на его компьютере, но и ссылки на ресурсы, находящиеся в Интернете.

В состав Windows 98 была встроена программа Internet Explorer, с помощью которой пользователи могли работать с Интернетом, не устанавливая для этого специальные программы. Кстати, использование Интернет-технологий в Windows 98 позволило унифицировать работу пользователя: теперь он мог без труда найти нужную ему информацию вне зависимости от того, где она находилась — на его компьютере или в Интернете.

Windows 98 увидела свет 25 июня 1998 года, и это событие происходило одновременно более чем в 40 странах мира.

В начале февраля 1999 года корпорация Microsoft объявила о том, что объем продаж операционной системы Microsoft Windows 98 в рождественские праздники 1998 года составил почти 3 млн. экземпляров. Кроме этого, было объявлено, что общее число проданных копий Windows 98 достигло 25 миллионов.

Microsoft Windows 2000

Работа над Microsoft Windows 2000 началась в 1996 году, сразу же после окончания работ над Windows NT 4.0, а официальное название новой системы было объявлено 27 октября 1998 года. Эта операционная система стала стандартом операционных систем, используемых в бизнесе.

По словам Брайана Валентайна (Brian Valentine), вице-президента Microsoft по продуктам Windows, проект Microsoft Windows 2000 — это самый большой инженерный проект в мире. В состав группы, занимающейся разработкой Windows 2000, входило 5345 человек, из них управление проектом — 450, локализация — 110, внутренние ИТ-службы — 50, обучение — 115, маркетинг — 100, «проповедники» (technical evangelist) — 1120, разработка — 900, тестеры — 1800 (не считая внешних бета-тестеров), поддержка — 600 и обучение пользователей — 100 чел. Сравните это с численностью группы по разработке Windows NT 3.1 — там было всего 12 человек!

Кроме того:

Во время разработки Windows 2000 было выпущено 2195 различных вариантов системы (build), каждый из которых записывался на 12 000 компакт-дисков;

Для тестирования Windows 2000 было написано 10 млн. строк кода;

На интенсивное тестирование Windows 2000 было затрачено примерно 1,2 млн. час;

В бета-тестировании приняло участие 500 000 тестеров;

Команда разработчиков Windows 2000 отправляла ежедневно около 90 000 сообщений по электронной почте;

Было выпито 4 171 234 чашек кофе.

Длительность работы над проектом Windows 2000 составила 3 года, 4 месяца и 2 недели. 15 декабря 1999 г. версии Windows 2000 Professional, Windows 2000 Server и Windows Advanced Server были отправлены в производство, официально они увидели свет 17 февраля 2000 года.

Менее чем через месяц число проданных лицензий на Windows 2000 Professional, Server и Advanced Server превысило 1 млн. экземпляров.

Microsoft Windows Me

14 сентября 2000 года вышла в свет новая версия операционной системы Microsoft, предназначенная для домашних пользователей — Windows Millennium Edition (Windows Me).

К моменту ее выхода роль Интернета еще больше возросла, домашние пользователи стали использовать больше одного компьютера, и эти компьютеры стали использоваться для работы с аудио— и видеоинформацией, и с различными изображениями.

К 2000 году музыкальные и видео-файлы в формате MP3 стали «темой номер 1» при поиске в Интернете. Продажи цифровых фотокамер в Японии впервые

превысили объем продаж обычных фотоаппаратов. Кроме этого, в компьютерах Apple стал реализовываться принцип “Out of Box Experience”, который не требовал установки специальных программ при подключении домашнего оборудования (фото и видеокамеры) к компьютеру. И еще одно — вычислительная мощность процессоров удвоилась, поэтому пользователи стали «требовать» более быструю операционную систему.

Естественно, что для удовлетворения этих требований была нужна новая операционная система (несмотря на то, что уже было выпущено обновление Windows 98 — Windows 98 Second Edition).

Новая операционная система создавалась Microsoft исходя из понимания потребностей пользователей и тенденций развития технологий для использования компьютеров дома. Она была разработана специально для домашних пользователей и содержала усовершенствования, предназначенные для поддержки цифровых мультимедийных технологий, домашних сетей, обслуживания персональных компьютеров и существенно облегчала использование Интернета.

14 сентября 2000 года Windows Me была выпущена на 15 языках, а к концу года число локализованных ее версий достигло 28, включая и русский язык.

Начиная с MS-DOS версии 4.01, корпорация Microsoft выпускала русские версии своих операционных систем. Эти версии выходили примерно через три месяца после выхода английской версии продукта, но, начиная с Windows 2000, этот срок начал постепенно сокращаться, и к моменту выхода Windows Me разрыв составил меньше месяца.

Microsoft Windows XP

В 2001 г. вышла операционная система — Microsoft Windows XP. Это — первая настольная операционная система Microsoft для домашнего и профессионального использования, базирующаяся на едином базовом коде Windows NT, что обеспечивает крайне высокую надежность этой системы. Высокая устойчивость Windows XP к сбоям, ее удобство, новый интерфейс и новые функции смогли коренным образом изменить представление пользователя о способах работы за персональным компьютером, предоставив ему для этого новые возможности и опыт.

Windows XP выпускалась во многих вариантах:

Windows XP Professional Edition была разработана для предприятий и предпринимателей и содержит такие функции, как удаленный доступ к рабочему столу компьютера, шифрование файлов (при помощи Encrypting File System), центральное управление правами доступа и поддержка многопроцессорных систем.

Windows XP Home Edition — система для домашнего применения. Выпускается как недорогая «урезанная» версия Professional Edition, но базируется на том же ядре и при помощи некоторых приёмов позволяет провести обновление до почти полноценной версии Professional Edition.

Windows XP Tablet PC Edition базируется на Professional Edition и содержит специальные приложения, оптимизированные для ввода данных стилусом на планшетных персональных компьютерах. Важнейшим свойством является понимание текстов, написанных от руки и адаптация графического интерфейса к пово-

ротам дисплея. Эта версия продаётся только вместе с соответствующим компьютером.

Windows XP Media Center Edition базируется на Professional Edition и содержит специальные мультимедийные приложения. Компьютер, как правило, оснащён ТВ-картой и пультом дистанционного управления (ПДУ). Важнейшим свойством является возможность подключения к телевизору и управление компьютером через ПДУ благодаря упрощённой системе управления Windows. Эта система содержит также функции для приёма УКВ-радио.

Windows XP Embedded — это встраиваемая компонентная операционная система на базе Windows XP Professional Edition и предназначена для применения в различных встраиваемых системах: системах промышленной автоматизации, банкоматах, медицинских приборах, кассовых терминалах, игровых автоматах, VoIP-компонентах и т. п. Windows XP Embedded включает дополнительные функции по встраиванию, среди которых фильтр защиты от записи (EWF и FBWF), загрузка с флеш-памяти, CD-ROM, сети, использование собственной оболочки системы и т. п.

Windows Embedded for Point of Service — специализированная операционная система на базе Windows XP Embedded, сконфигурированная для пунктов обслуживания и оптимизированная для розничной торговли и сферы услуг. На базе этой платформы можно создавать банкомат, платежный терминал, АЗС, кассовый аппарат и т. п. Дополнительно Windows Embedded for Point of Service включает технологию POS for .NET для быстрой разработки торговых приложений и поддержки торгового периферийного оборудования.

Windows XP Professional x64 Edition — специальная 64-разрядная версия, разработанная для процессоров с технологией AMD64 Opteron и Athlon 64 от фирмы AMD и процессоров с технологией EM64T от фирмы Intel. Эта система не поддерживает процессоры других производителей, а также не работает с процессором Intel Itanium. Хотя первые 64-разрядные процессоры появились в 2003 году, Windows XP Professional x64 Edition вышла в свет только в апреле 2005 года. Основным достоинством системы является быстрая работа с большими числами (Long Integer и Double Float). Таким образом, эта система очень эффективна, например, при выполнении вычислений, использующих числа с плавающей запятой, необходимых в таких областях, как создание спецэффектов для кинофильмов и трёхмерной анимации, а также разработка технических и научных приложений. Данная система поддерживает смешанный режим, то есть одновременную работу 32- и 64-разрядных приложений, однако для этого все драйверы должны быть в 64-разрядном исполнении. Это означает, что большинство 32-разрядных приложений могут работать и в этой системе. Исключение составляют лишь те приложения, которые сильно зависят от аппаратного обеспечения компьютера, например, антивирусы и дефрагментаторы.

Windows XP 64-bit Edition — это издание разрабатывалось специально для рабочих станций с архитектурой IA-64 и микропроцессорами Itanium. Это издание Windows XP более не развивается с 2005 года, после того, как HP прекратил раз-

работку рабочих станций с микропроцессорами Itanium. Поддержка этой архитектуры осталась в серверных версиях операционной системы Windows.

Windows XP Edition N — система без Windows Media Player и других мультимедиа-приложений. Эти версии созданы под давлением Европейской Антимонопольной Комиссии, которая требовала «облегчить» Windows XP. В настоящее время этот дистрибутив рассчитан на развивающиеся страны. При желании пользователь может бесплатно загрузить все недостающие приложения с веб-сайта Microsoft. Существует как в Home, так и в Professional вариантах.

Windows XP Starter Edition — сильно функционально ограниченная версия для развивающихся стран и финансово слабых регионов. В этой версии возможна одновременная работа только 3 приложений, и каждое приложение может создать не более 3 окон. В системе полностью отсутствуют сетевые функции, не поддерживается высокая разрешающая способность, а также не допускается использование более 512 мегабайт оперативной памяти или жёсткого диска объёмом более 120 гигабайт. Система может работать на процессорах уровня Intel Celeron или AMD Duron.

Windows Fundamentals for Legacy PCs — Урезанная Версия Microsoft Windows XP Embedded Service Pack 2 предназначенная для устаревших компьютеров.

Новшества по сравнению с Windows 2000

Некоторыми из наиболее заметных улучшений в Windows XP по сравнению с Windows 2000 являются:

Windows XP анализирует производительность системы с определёнными визуальными эффектами и в зависимости от этого активирует их или нет, учитывая возможное падение или рост производительности. Пользователи также могут изменять данные параметры, используя диалоговые окна настройки, при этом можно либо гибко выбрать активность тех или иных визуальных эффектов, либо отдать это на управление системе или же выбрать максимальную производительность или лучший вид графического интерфейса.[3] Некоторые эффекты, такие как полупрозрачность и т. п., требуют наличия производительной графической подсистемы, на старых видеокартах производительность может сильно упасть и Microsoft рекомендует отключить эти возможности в таком случае.¹

Service Pack 2

Service Pack 2 (SP2) (кодовое название «Springboard») был выпущен 6 августа 2004 года. SP2 добавил в Windows XP новые возможности, включая улучшенный файрволл; поддержку Wi-Fi с мастером настройки и Bluetooth, а также улучшения в IE6 — например, возможность блокировать «всплывающие» окна. Данный сервис-пак внес значительные изменения в безопасность Windows XP. Так, значительным изменениям подвергся встроенный файрволл, который был переименован в Брандмауэр Windows и теперь активирован для всех создаваемых соединений по умолчанию. Появилась расширенная защита памяти, в частности, от атак переполнения буфера как с использованием технологии «NX-бит», так и рядом других приемов. Изменения коснулись и сервисов — такие сервисы, как telnet и служба сообщений, отключены по умолчанию, ряд сервисов запускаются с пони-

женными правами и т. д. Изменения в области безопасности затронули и почтовую программу Outlook Express и браузер IE. Windows XP Service Pack 2 включает в себя Windows Security Center, который позволяет облегчить наблюдение за безопасностью системы, следя и напоминая пользователю о необходимости установить или обновить антивирус и его базы, активировать встроенный или сторонний фаерволл, произвести обновление операционной системы или изменить настройки веб-браузера. Сторонние антивирусы и фаерволлы имеют возможность взаимодействовать с ним с помощью интерфейса API. Также были улучшены функции автозапуска при загрузке CD или подключении флэшек и подобных устройств. При загрузке системы исчезли подзаголовки с названием редакции; полоса загрузки в редакциях Home и Embedded сменила зелёный и жёлтый цвета на синий цвет, как в редакции Professional.

Service Pack 3

В начале августа 2007 года Microsoft начала бета-тестирование SP3^[10] среди ограниченной группы бета-тестеров. Несмотря на то, что бета-версия была передана только избранным, её дистрибутив появился в пиринговых сетях. С 12 декабря 2007 года версия RC1 SP3 доступна для загрузки и тестирования всем желающим.

Окончательная версия пакета обновлений 3 для Windows XP была представлена 21 апреля 2008 года, но только для бизнес-клиентов, таких как производители оригинального оборудования и подписчики MSDN и TechNet. Остальные пользователи смогли получить третий сервис-пак с онлайн-сервиса Windows Update или через центр загрузки Microsoft 6 мая, а также с помощью сервиса автоматического обновления в начале лета. Первоначально RTM-версия Windows XP SP3 вышла на китайском, английском, французском, немецком, японском, корейском и испанском языках. И только 5 мая были выпущены остальные 18 локализаций.

Пакет включает в себя все обновления, выпущенные после выхода Windows XP Service Pack 2 в 2004 г., а также ряд других новых элементов. Среди них функция защиты сетевого доступа (Network Access Protection) и новая модель активации, заимствованные у Windows Vista, кроме того, появилась улучшенная функция обнаружения так называемых маршрутизаторов-«черных дыр» и др.

С 1 июля 2008 года «Microsoft» прекратила продажи Windows XP SP2 своим поставщикам. До середины 2010 года Windows XP SP3 будет поставляться в OEM и BOX поставках для Windows Vista Business возможен бесплатный «даунгрейд», а также в продаже находится Get Genuine Kit Windows XP SP3 предназначенный для лицензирования установленного пиратского ПО, в рамках корпоративного лицензирования пакет Get Genuine Solution Windows XP.

Windows XP Service Pack 3 также распространяется как часть опционального компонента Windows 7.

Windows Vista — операционная система семейства Microsoft Windows NT, линейки операционных систем, используемых на пользовательских персональных компьютерах. В стадии разработки данная операционная система имела кодовое название «Longhorn».

В линейке продуктов Windows NT Windows Vista носит номер версии 6.0 (Windows 2000 — 5.0, Windows XP — 5.1, Windows Server 2003 — 5.2). Для обозначения «Windows Vista» иногда используют аббревиатуру «WinVI», которая объединяет название «Vista» и номер версии, записанный римскими цифрами.

Windows Vista, как и Windows XP, — исключительно клиентская система. Microsoft также выпустила серверную версию Windows Vista — Windows Server 2008.

30 ноября 2006 года Microsoft официально выпустила Windows Vista и Office 2007 для корпоративных клиентов. 30 января 2007 года начались продажи системы для обычных пользователей.

Windows 7 — операционная система семейства Windows NT, следующая за Windows Vista. В линейке Windows NT система носит номер версии 6.1 (Windows 2000 — 5.0, Windows XP — 5.1, Windows Server 2003 — 5.2, Windows Vista и Windows Server 2008 — 6.0). Серверной версией является Windows Server 2008 R2, версией для интегрированных систем — Windows Embedded Standard 2011 (Quebec)^[1], мобильной — Windows Embedded Compact 2011 (Chelan, Windows CE 7.0)

Операционная система поступила в продажу 22 октября 2009 года, меньше чем через три года после выпуска предыдущей операционной системы, Windows Vista. Партнёрам и клиентам, обладающим лицензией Volume Licensing, доступ к RTM был предоставлен 24 июля 2009 года.

В состав Windows 7 вошли как некоторые разработки, исключённые из Windows Vista, так и новшества в интерфейсе и встроенных программах. Из состава Windows 7 были исключены игры Inkball, Ultimate Extras; приложения, имеющие аналоги в Windows Live (Почта Windows и пр.), технология Microsoft Agent, Windows Meeting Space; из меню «Пуск» исчезла возможность вернуться к классическому меню и автоматическая пристыковка браузера и клиента электронной почты. Также из состава Windows исчез Календарь Windows.

1.5 ПРИНЦИПЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Создание САПР представляет собой разработку комплекса математического обеспечения и средств автоматизации, которые с одной стороны, позволяют полностью автоматизировать процесс конструкторского, расчетного и чертежно-графического решения проектных задач с использованием математического аппарата оптимизации и моделирования, ввода информации, обработки данных и т.д. и, с другой, оставляет за инженером проектировщиком право оперативно вмешиваться в процесс проектирования, корректировать его результаты и менять исходные данные, последовательность и состав проектных работ. Общие принципы функционирования САПР состоят в следующем.

1. Принцип соответствия автоматизированных функций проектирования требованиям набора запросов пользователя.

Основным режимом функционирования САПР является автоматизированное решение проектных задач, при котором происходит обязательное чередование функций автоматического проектирования с функциями, выполняемыми инженером-проектировщиком по подготовке заданий, по визуальному логическому контролю и принятию окончательных решений. Как показывает уже накопленный опыт системного, автоматизированного проектирования, даже незначительное ущемление возможностей инженера-проектировщика оперативно вмешиваться в процесс автоматизированного проектирования сильно снижает эффективность функционирования всей системы - возникают аварийные ситуации в связи с потерей информации, времени при длительной обработке сложных пакетов программ с незамеченной в начале счета ошибкой в исходных данных, получение явно непригодных по каким-либо показателям законченных проектных решений и т.д.

В САПР инженер-проектировщик является основным звеном, на плечи которого ложатся определяющие функции процесса автоматизированного проектирования: выбор исходных параметров для проектируемого объекта; анализ, контроль и подготовка исходной информации для проектирования; принятие решений о составе и последовательности проектных операций; выбор методов решения тех или иных проектных задач, что требует от проектировщика широкого кругозора и достаточно глубоких теоретических знаний по современным методам расчета и проектирования; формулирование принципиальных вариантов проектных решений, которые подлежат последующей детальной автоматизированной проработке; разбивка вариантов объекта на участки проектирования и участки расчета, каждый из которых целиком может быть подвергнут программной обработке; оперативная работа в интерактивном режиме; оценка результатов проектирования; принятие принципиальных решений (корректировка полученного проектного решения, принятие решения о переходе к последующему этапу программной обработки и т.д.); выполнение согласований по инстанциям.

2. Принципы комплексного и пошагового использования.

Методическое обеспечение САПР дает возможность решения расчетных, проектирующих и чертежно-графических задач, а также задач ввода и обработки данных как комплексно, с использованием функциональных возможностей САПР, так и поэтапно (например, с использованием в автономном режиме какой-либо технологической линии проектирования либо пакета прикладных программ. Принцип комплексного использования характерен для развитых систем автоматизированного проектирования, а принцип пошагового использования - для систем в состоянии начального внедрения.

3. Принцип технологического деления проектируемого объекта на участки проектирования и участки расчета.

Системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог отличаются от других САПР, прежде всего, спецификой проектируемого объекта, которая характеризуется: разрозненными наборами данных для различных участков проектируемой дороги; значительной протяженностью проектируемого объекта; различными топографическими, почвенно-грунтовыми, инженерно-геологическими, экономическими и другими условиями по длине одного и того

же проектируемого объекта, что предопределяет необходимость применения различных методов и различной последовательности выполнения проектных работ; необходимостью многостадийной проработки объекта (технико-экономическое обоснование - ТЭО или обоснование инвестиций - ОИ, инженерный проект - ИП, рабочий проект - РП или техно-рабочий проект - ТРП); нередкой необходимостью проектирования различных участков дороги в разное время и по разным нормативам.

Все эти особенности вынуждают делить автомобильные дороги большой протяженности на участки проектирования, а эти участки, в свою очередь, иногда и на участки расчета, обрабатываемые пакетами прикладных программ или отдельной проблемной программой как одно целое.

4. Принцип многовариантного проектирования.

Помимо широкого использования математических методов оптимизации проектных решений, заложенных в алгоритмы многих подсистем, САПР предусматривает также и широкую возможность эвристического подхода к тем задачам проектирования, для которых в настоящее время еще не получено математическое выражение функции цели или целевого функционала и отсутствует математический аппарат нахождения их экстремальных значений.

Проработка большого количества вариантов проектных решений дает известное приближение к оптимальному.

5. Принцип взаимосвязанности основных проектных задач, входящих в САПР, заключается в том, что функциональная последовательность взаимосвязанных между собой проектных работ определяется в соответствии с общей технологией и стадийностью проектирования автомобильных дорог. Действительно, проектированию варианта плана автомобильной дороги предшествует получение топографической информации о местности и ЦММ; продольный профиль может быть запроектирован после получения черного профиля земли по варианту трассы, инженерно-геологического разреза и расчета водопропускных сооружений (труб, малых мостов, мостовых переходов и т.д.).

6. Принцип преемственности информационных массивов состоит в том, что передача информационных массивов возможна как непосредственно между пакетами программ и отдельными проблемными программами, так и из баз данных с внешних носителей с использованием операционных систем.

7. Принцип разветвляющейся функциональной взаимосвязи проектных задач состоит в том, что на определенных этапах автоматизированного решения проектной проблемы перед инженером-проектировщиком может возникнуть в зависимости от полученного результата необходимость альтернативного принятия решения в части дальнейшего хода проектирования. Например, выполнив автоматизированное проектирование продольного профиля на заданном участке дороги, инженер-проектировщик может сделать оценку полученного решения по какому-либо критерию (скажем, по строительной стоимости) либо по нескольким показателям (например, по приведенным затратам, по обеспечению зрительной плавности трассы, по уровню удобства и безопасности движения и т.д.), может, оценивая полученное решение визуально, сразу же убедиться в его недостаточно высоком

качестве и, внося коррективы, вернуться к началу проектного процесса по установлению положения проектной линии продольного профиля, может записать полученную информацию в базу данных на один из внешних носителей, а может использовать ее сразу же непосредственно для решения последующей проектной задачи и т.д.

Любая система автоматизированного проектирования обычно в своей функциональной структуре содержит значительное число подобных узлов разветвления процесса проектирования.

К настоящему времени в разных странах мира разработано и функционирует большое число систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог и сооружений на них (САПР-АД). В России получили наибольшее распространение несколько САПР-АД: САД «Credo» (г.Минск), «Indor-CAD/Road» (г.Томск), «ГИП» (г.Москва) и т.д.

Большинство функционирующих в настоящее время САПР-АД имеют сходную структуру и идентичное распределение функций между инженером-проектировщиком и компьютером.

Они состоят из комплекса подсистем (технологических линий проектирования и пакетов прикладных программ), каждая из которых автоматизирует процесс выполнения следующих проектных операций: переработку исходной топографической, инженерно-геологической, экономической и другой изыскательской информации и представление ее в виде цифровой модели рельефа и инженерно-геологического строения местности; проектирование плана автомобильных дорог; проектирование продольного профиля автомобильных дорог; проектирование земляного полотна и дорожных одежд; проектирование искусственных сооружений; оценку проектных решений; подготовку (оформление) проектно-сметной документации.

1.6 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Функции и характеристики. В ПО САПР принято выделять общесистемное ПО, системные среды и прикладное ПО.

К общесистемному ПО относят операционные системы (ОС) используемых ЭВМ и вычислительных систем и сетевое ПО типовых телекоммуникационных услуг.

Различают ОС со встроенными сетевыми функциями и оболочки над локальными ОС. В соответствии с другим признаком классификации сетевые ОС подразделяют на одноранговые и функционально несимметричные (ОС для систем клиент-сервер).

Основные функции сетевой ОС:

- управление каталогами и файлами;
- управление ресурсами;
- коммуникационные функции;
- защита от несанкционированного доступа;

- обеспечение отказоустойчивости;
- управление сетью.

Управление каталогами и файлами является одной из первоочередных функций сетевой ОС, обслуживаемых специальной сетевой файловой подсистемой. Пользователь получает от этой подсистемы возможность обращаться к файлам, физически расположенным в сервере или в другой станции данных, применяя привычные для локальной работы языковые средства.

Управление ресурсами включает в себя функции запроса и предоставления ресурсов.

Коммуникационные функции обеспечивают адресацию, буферизацию, маршрутизацию сообщений.

Защита от несанкционированного доступа возможна на любом из следующих уровней: ограничение доступа в определенное время, и (или) для определенных станций, и (или) заданное число раз; ограничение совокупности доступных конкретному пользователю директорий; ограничение для конкретного пользователя списка возможных действий (например, только чтение файлов); пометка файлов символами типа “только чтение”, “скрытность при просмотре списка файлов”.

Отказоустойчивости определяется наличием у серверов автономных источников питания, отображением или дублированием информации в дисковых накопителях. Отображение заключается в хранении двух копий данных на двух дисках, подключенных к одному контроллеру, а дублирование означает подключение каждого из этих двух дисков к разным контроллерам. Сетевая ОС, реализующая дублирование дисков, обеспечивает более высокий уровень отказоустойчивости. Дальнейшее повышение отказоустойчивости связано с дублированием серверов.

Чем сложнее сеть, тем острее встают вопросы управления сетью. Основные функции управления сетью реализуются в ПО, поддерживающем протоколы управления такие, как ICMP и SNMP в стеке TCP/IP или протокол CMIP (Common Management Information Protocol) в семиуровневой модели ISO. Как рассмотрено выше, это ПО представлено менеджерами и агентами. Менеджер — прикладная программа, выдающая сетевые команды. Агенты доводят эти команды до исполнительных устройств и сигнализируют о событиях в состоянии устройств, они следят за трафиком и фиксируют аномалии, помогают восстановлению информации после сбоев, борются с вирусами и т.п.

В сетевых ОС обычно выделяют ядро, реализующее большинство из перечисленных функций и ряд дополнительных программ (служб), ориентированных на реализацию протоколов верхних уровней, организацию распределенных вычислений и т.п. К сетевому ПО относятся также драйверы сетевых плат, различные для разных типов ЛВС (Ethernet, TR, AppleTalk и др.).

Системы распределенных вычислений. При выполнении проектных процедур с использованием более чем одного узла сети различают режимы удаленного узла и дистанционного управления (рис. 5.1).

В режиме удаленного узла основные процедуры приложения выполняются на терминальном узле. Связь с удаленным узлом используется для пересылки файлов. В большинстве случаев режим удаленного узла приводит к более замет-

ной инерционности связи, чем режим дистанционного управления.

Дистанционное управление обеспечивает передачу клавишных команд в прямом направлении и экранных изображений (обычно лишь изменений в них) в сжатом виде в обратном направлении, поэтому задержки меньше.

Системы распределенных вычислений основаны на режиме дистанционного управления, при котором терминальный узел используется преимущественно для интерфейса с пользователем и передачи команд управления, а основные процедуры приложения исполняются на удаленном узле (сервере). Поэтому в сетях распределенных вычислений должны быть выделены серверы приложений.

Программное обеспечение организации распределенных вычислений называют ПО промежуточного слоя (Middleware). Современная организация распределенных вычислений в сетях Internet/Intranet основана на создании и использовании программных средств, которые могут работать в различных аппаратно-программных средах. Совокупность таких средств называют также многоплатформенной распределенной средой— MPC (Crossware).

Находят применение технологии распределенных вычислений RPC (Remote Procedure Call), ORB (Object Request Broker), DCE (Distributed Computing Environment), мониторы транзакций TPM (Transaction Processing Monitors) и др.

Средства RPC входят во многие системы сетевого ПО. RPC — процедурная блокирующая синхронная технология, предложенная фирмой Sun Microsystems. Вызов удаленных программ подобен вызову функций в языке C. При пересылках на основе транспортных протоколов TCP или UDP данные представляются в едином формате обмена. Синхронность и блокирование означают, что клиент, обратившись к серверу, для продолжения работы ждет ответа от сервера.

Для систем распределенных вычислений разработаны специальные языки, например для RPC — язык IDL (Interface Definition Language), который позволяет пользователю оперировать различными объектами безотносительно к их расположению в сети. На этом языке можно записывать обращения к серверам приложений.

Рассмотрим типичную схему реализации RPC.

Удаленная программа характеризуется атрибутами: имя узла, номер программы (часто номер означает совокупность программ определенного назначения), версия программы (версия — это идентификатор копии программы, например, версия — это время создания копии, копии создаются для использования в многопользовательском режиме), имя процедуры в программе.

Процедуры, которые пользователь собирается применять, необходимо зарегистрировать в узле клиента, т.е. указать имена узла, программы, процедуры.

Обращение по RPC — это обращение к сетевой программе Postmapper, находящейся в узле-клиенте. При обращении в запросе указываются процедура, аргумент, память под результат. Аргумент должен быть единственный, поэтому если аргументов много, то программист должен создать агрегат данных. Postmapper находит регистрационные данные и с помощью средств транспортного уровня устанавливает соединение и передает запрос серверу. В сервере имеется диспетчер,

который находит исполнителя запроса. В ответе сервера содержатся результаты выполнения процедуры.

ORB — технология объектно-ориентированного подхода, базирующаяся на спецификациях CORBA. Спецификации CORBA устанавливают способы использования удаленных объектов (серверных компонентов) в клиентских программах. Взаимодействие клиента с сервером происходит с помощью программы-посредника (брокера) ORB. В случае применения ORB (в отличие от RPC) хранить сведения о расположении серверных объектов в узле-клиенте не нужно, достаточно знать расположение в сети брокера ORB. Поэтому доступ пользователя к различным объектам (программам, данным, принтерам и т.п.) существенно упрощен. Брокер должен определять, в каком месте сети находится запрашиваемый ресурс и инициализировать серверную программу. После этого клиент может направлять запрос в серверный узел, а после выполнения запроса сервер будет возвращать результаты пользователю.

Для описания интерфейсов распределенных объектов используют язык IDL, предложенный в CORBA. Этот язык отличается от языка IDL технологии RPC, в нем имеются средства описания интерфейсов, но нет средств описания операций.

При использовании ORB может увеличиться нагрузка на сеть, однако имеется и ряд преимуществ: обеспечивается взаимодействие разных платформ, не требуется дублирования прикладных программ во многих узлах, упрощается программирование сетевых приложений и поддержка мультимедиа.

В CORBA создан протокол ИОР (Internet Inter-ORB Protocol), который обеспечивает взаимодействие между брокерами разных производителей.

Мониторы транзакций отличаются от RPC наличием готовых процедур обработки транзакций (в том числе отката транзакций), что упрощает работу программистов. Принимая запросы от клиентов, и мультиплексируя их, монитор транзакций избавляет от необходимости создавать для каждого клиента отдельное соединение с БД. Мониторы транзакций могут оптимально распределять нагрузку на серверы, выполнять автоматическое восстановление после сбоя и перезапуск системы.

DCE разработана консорциумом OSF (Open Software Foundation). Она не противопоставляется другим технологиям (RPC, ORB), а является средой для их использования, например, в одной из реализаций DCE пакет Encina есть монитор транзакций, а пакет Orbix ORB представляет собой технологию ORB.

В DCE возможны одно- или многоячеичная структуры сети. Выделение ячеек производится по функциональным, а не по территориальным признакам. В каждой ячейке должен быть главный сервер данных и возможно несколько дополнительных серверов с копиями содержимого главного сервера, причем доступ к дополнительным серверам разрешен только для чтения. Обновление данных осуществляется исключительно через главный сервер. Ячейка может занимать значительную территорию, главный сервер размещается вблизи от центра ячейки, дополнительные серверы — по периферии.

К функциям DCE относятся распределение вычислений по технологии RPC; распараллеливание вычислений (но программист сам проектирует параллельный

процесс); защита данных; синхронизация (согласование времени); поддержка распределенной файловой системы.

Работая в DCE, пользователь дополнительно к своей прикладной программе пишет IDL-файл, в котором указывает свое имя, требуемые операции и типы данных. IDL-компилятор на основе этого файла создает три модуля: клиентский стаб (Cl), серверный стаб (Sr), головной файл (Hd). Cl содержит вызовы процедур, Sr — обращения к базе процедур, Hd устанавливает связь между стабами.

Определение нужного сервера в DCE либо происходит автоматически с помощью ORB, либо возлагается на программиста, как в RPC.

2. НАЧНАЧЕНИЕ И СОСТАВ СИСТЕМНЫХ СРЕД САПР

Системы автоматизированного проектирования относятся к числу наиболее сложных и наукоемких автоматизированных систем (АС). Наряду с выполнением собственно проектных процедур необходимо автоматизировать также управление проектированием, поскольку сам процесс проектирования становится все более сложным и зачастую приобретает распределенный характер. На крупных и средних предприятиях заметна тенденция к интеграции

САПР с системами управления предприятием и документооборота. Для управления столь сложными интегрированными системами в их составе имеется специальное ПО — системная среда САПР.

Первые системные среды САПР, называвшиеся мониторными подсистемами или Framework (FW), появились на рубеже 70...80-х гг. В настоящее время основными функциями системных сред САПР являются управление данными, управление проектированием, интеграция ПО, реализация интерфейса с пользователем САПР, помощь в разработке и сопровождении ПО САПР.

Термин Framework применительно к системным средам САПР был введен в 1980 г. фирмой Cadence — одним из пионеров в создании системных сред САПР. Кроме Cadence, тематикой Frameworks для САПР электронной промышленности занималось несколько ведущих в этой области фирм (Mentor Graphics, IBM, DEC, Sun Microsystems и др.), создавших международную ассоциацию CFI (CAD Framework Initiative). Широкую известность получили такие системные среды, как Falcon Framework фирмы Mentor Graphics, Design Framework-2 фирмы Cadence и JCF (Jessy-Common Framework) европейской программы ESPRIT.

Важно отметить, что проблема системных сред САПР, зародившаяся в процессе становления САПР электронной промышленности, получила развитие при реализации CALS-технологии в различных отраслях машиностроения.

В типичной структуре ПО системных сред современных САПР можно выделить следующие подсистемы.

Ядро отвечает за взаимодействие компонентов системной среды, доступ к ресурсам ОС и сети, возможность работы в гетерогенной среде, настройку на конкретную САПР (конфигурирование) с помощью специальных языков расширения.

Подсистема управления проектом, называемая также подсистемой сквозного параллельного проектирования CAPE (Concurrent Art-to-Product Environment), вы-

полняет функции слежения за состоянием проекта, координации и синхронизации, параллельно выполняемых процедур разными исполнителями. Примерами подсистем управления проектами в машиностроении могут служить Design Manager в САПР Euclid, UG/Manager в Unigraphics. Иногда в отдельную подсистему выделяют управление методологией проектирования. При этом под методологией понимают совокупность методов и средств образования маршрутом проектирования — последовательностей проектных операций и процедур, ведущих к цели проектирования.

Методы построения маршрутов проектирования (workflow) зависят от типа проектных задач. Различают простые задачи, выполняемые одной программой, линейные, в которых нет разветвлений в межпрограммных связях, и комплексные. Методы построения маршрутов могут быть основаны на предварительном описании задач или на предварительном описании правил конструирования задач. В описании задач фигурируют порты, с которыми соотнесены данные. Порты могут быть обязательными и необязательными, порождающими дополнительные данные или данные нового объекта. Описания задач даются в виде графов или на языках расширения.

Подсистема управления методологией проектирования представлена в виде базы знаний. В этой базе содержатся такие сведения о предметной области, как информационная модель (например, в виде диаграмм сущность-отношение), иерархическая структура проектируемых объектов (например, в виде И-ИЛИ-дерева), описания типовых проектных процедур, типовые фрагменты маршрутов

проектирования — так называемые потоки процедур, соответствие между процедурами и имеющимися пакетами прикладных программ, ограничения на их применение и т.п. Часто такую БЗ дополняют обучающей подсистемой, используемой для подготовки специалистов к использованию САПР.

Современные системы управления проектными данными называют PDM (Product Data Manager), иногда применительно к АСУ используют название EDM (Enterprise Data Manager). PDM предназначены для информационного обеспечения проектирования и выполняют следующие функции:

- хранение проектных данных и доступ к ним, в том числе ведение распределенных архивов документов, их поиск, редактирование, маршрутизация и визуализация;

- управление конфигурацией изделия, т.е. ведение версий проекта, управление внесением изменений;

- создание спецификаций;

- защита информации;

- интеграция данных (поддержка типовых форматов, конвертирование данных).

Основной компонент PDM — банк данных (БД). Он состоит из системы управления базами данных и баз данных (БД). Межпрограммный интерфейс в значительной мере реализуется через информационный обмен с помощью банка данных. PDM отличает легкость доступа к иерархически организованным данным, обслуживание запросов, выдача ответов не только в текстовой, но и в гра-

фической форме, привязанной к конструкции изделия. Поскольку взаимодействие внутри группы проектировщиков в основном осуществляется через обмен данными, то в системе PDM часто совмещают функции управления данными и управления параллельным проектированием.

Подсистема интеграции ПО предназначена для организации взаимодействия программ в маршрутах проектирования. Она состоит из ядра, отвечающего за интерфейс на уровне подсистем, и оболочек процедур, согласующих конкретные программные модули, программы и/или программно-методические комплексы (ПМК) со средой проектирования.

Интеграция ПО базируется на идеях объектно-ориентированного программирования. Следует различать синтаксический и семантический аспекты интеграции. Синтаксическая интеграция реализуется с помощью унифицированных языков и форматов данных, технологий типа ODBC для доступа к общему банку данных или компонентно-ориентированных (CBD — Component-Based Development) технологий. Пример унифицированного формата — TES (Tool Encapsulation Specification), предложенного консорциумом CFI. Информация из TES используется для создания оболочек модулей при инкапсуляции. Семантическая интеграция подразумевает автоматическое распознавание разными системами смысла передаваемых между ними данных и достигается значительно труднее.

Подсистема пользовательского интерфейса включает в себя текстовый и графический редакторы и поддерживается системами многооконного интерфейса типа X Window System или Open Look.

Подсистема CASE предназначена для адаптации САПР к нуждам конкретных пользователей, разработки и сопровождения прикладного ПО. Ее можно рассматривать как специализированную САПР, в которой объектом проектирования являются новые версии подсистем САПР, в частности, версии, адаптированные к требованиям конкретного заказчика. Другими словами, такие CASE-подсистемы позволяют пользователям формировать сравнительно с малыми затратами усилий варианты прикладных ПМК из имеющегося базового набора модулей под заданный узкий диапазон конкретных условий проектирования. В таких случаях CASE-подсистемы называют инструментальными средами.

CASE-система, как система проектирования ПО, содержит компоненты для разработки структурных схем алгоритмов и “экранов” для взаимодействия с пользователем в интерактивных процедурах, средства для инфологического проектирования БД, отладки программ, документирования, сохранения “истории” проектирования и т.п. Наряду с этим, в CASE-подсистему САПР входят и компоненты с специфическими для САПР функциями.

Так, в состав САПР Microstation (фирма Bentley Systems) включена инструментальная среда Microstation Basic и язык MDL (Microstation Development Language) с соответствующей программной поддержкой. Язык MDL — С-подобный, с его помощью можно лаконично выразить обращения к проектным операциям и процедурам. В целом среда Microstation Basic близка по своим функциям к среде MS Visual Basic, в ней имеются генератор форм, редактор, конструктор диалога, отладчик.

САПР Спрут (российская фирма Sprut Technologies) вообще создана как инструментальная среда для разработки пользователем потоков задач конструкторского и технологического проектирования в машиностроении с последующим возможным оформлением потоков в виде пользовательских версий САПР. Сконструированный поток поддерживается компонентами системы, в число которых входят графические 2D и 3D подсистемы, СУБД, производственная экспертная система, документатор, технологический процессор создания программ для станков с ЧПУ, постпроцессоры.

Управление данными в САПР. В большинстве автоматизированных информационных систем применяют СУБД, поддерживающие реляционные модели данных.

Среди общих требований к СУБД можно отметить: 1) обеспечение целостности данных (их полноты и достоверности); 2) защита данных от несанкционированного доступа и от искажений из-за сбоев аппаратуры; 3) удобство пользовательского интерфейса; 4) в большинстве случаев важна возможность распределенной обработки в сетях ЭВМ.

Первые два требования обеспечиваются ограничением прав доступа, запрещением одновременного использования одних и тех же обрабатываемых данных (при возможности их модификации), введением контрольных точек (checkpoints) для защиты от сбоев и т.п.

Банк данных в САПР является важной обслуживающей подсистемой, он выполняет функции информационного обеспечения и имеет ряд особенностей. В нем хранятся как редко изменяемые данные (архивы, справочные данные, типовые проектные решения), так и сведения о текущем состоянии различных версий выполняемых проектов. Как правило, БД работает в многопользовательском режиме, с его помощью осуществляется информационный интерфейс (взаимодействие) различных подсистем САПР. Построение БД САПР — сложная задача, что обусловлено следующими особенностями САПР:

1. Разнообразии проектных данных, фигурирующих в процессах обмена как по своей семантике (многоаспектность), так и по формам представления. В частности, значительна доля графических данных.

2. Нередко обмены должны производиться с высокой частотой, что предъявляет жесткие требования к быстродействию средств обмена (полагают, что СУБД должна работать со скоростью обработки тысяч сущностей в секунду).

3. В САПР проблема целостности данных оказывается более трудной для решения, чем в большинстве других систем, поскольку проектирование является процессом взаимодействия многих проектировщиков, которые не только считывают данные, но и изменяют их, причем в значительной мере работают параллельно. Из этого факта вытекают следствия: во-первых, итерационный характер проектирования обычно приводит к наличию по каждой части проекта нескольких версий, любая из них может быть принята в дальнейшем в качестве основной, поэтому нужно хранить все версии с возможностью возврата к любой из них; во-вторых, нельзя допускать использования неутвержденных данных, поэтому проектировщики должны иметь свое рабочее пространство в памяти и работать в нем

автономно, а моменты внесения изменений в общую БД должны быть согласованными и не порождать для других пользователей неопределенности данных.

4. Транзакции могут быть длительными и трудоемкими. Транзакцией называют последовательность операций по удовлетворению запроса. В САПР внесение изменений в некоторую часть проекта может вызвать довольно длинную и разветвленную сеть изменений в других его частях из-за существенной взаимозависимости компонентов проекта (многошаговость реализации запросов). В частности, транзакции могут включать в себя такие трудоемкие операции, как верификация проектного решения с помощью математического моделирования. В результате транзакции могут длиться даже несколько часов и более. Одна из трудностей заключается в отображении взаимозависимости (ассоциативности) данных. При хранении компонентов проекта во внешней памяти затраты времени на обработку запросов оказываются значительно выше, чем в большинстве других автоматизированных систем, с менее выраженными взаимозависимостями данных.

5. Иерархическая структура проектных данных и, следовательно, отражение наследования в целях сокращения объема базы данных.

В определенной мере названные особенности учитываются в СУБД третьего поколения, в которых стали применяться черты объектно-ориентированных (объектных) СУБД. В них наборы данных, характеризующих состояние предметной области (состояние проекта в случае САПР), помещаются в отдельные файлы. Интерпретация семантики данных осуществляется с помощью специальных процедур (методов), сопровождающих наборы. Наследование свойств объектов предметной области выражается с помощью введения категорий класса, надкласса, подкласса. Информационные модели приложений для таких СУБД разрабатываются на основе методик типа IDEF1X.

Объектные БД выгодны, во-первых, тем, что данные по конкретным объектам проектирования не разбросаны по множеству таблиц, как это имеет место в реляционных БД, а сосредоточены в определенных местах. Во-вторых, для каждого объекта могут быть назначены свои типы данных. В результате проще решаются задачи управления и удовлетворения запросов.

Наряду с чисто объектными СУБД (pure ODBMS), применяют СУБД объектно-реляционные. В последних происходит объединение свойств реляционных и объектно-ориентированных СУБД: объектно-ориентированная СУБД снабжается непроцедурным языком запросов или в реляционную СУБД вводятся наследование свойств и классы. Непроцедурность входного языка обеспечивается использованием языка SQL. Его операторы непосредственно включаются в программы на языке С. Возможно написание дополнительных программ, интерпретирующих SQL-запросы.

Отличительные особенности СУБД третьего поколения: расширенный набор возможных типов данных (это абстрактные типы, массивы, множества, записи, композиции разных типов, отображение величин с значениями разных типов), открытость (доступность из разных языков программирования, возможность обращения к прикладным системам из СУБД), непроцедурность языка (общепринятым

становится язык запросов SQL), управление асинхронными параллельными процессами, состояние которых отражает БД. Последнее свойство позволяет говорить о тесной взаимосвязи СУБД и подсистемы управления проектами DesPM.

Названные особенности управления данными в САПР нашли свое выражение в современных подсистемах управления проектными данными PDM.

В PDM разнообразие типов проектных данных поддерживается их классификацией и соответствующим выделением групп с характерными множествами атрибутов. Такими группами данных являются описания изделий с различных точек зрения (аспекты). Для большинства САПР машиностроения характерными аспектами являются свойства компонентов и сборок (эти сведения называют Bill of materials — BOM), модели и их документальное выражение (основными примерами могут служить чертежи, 3D модели визуализации, сеточные представления для конечно-элементного анализа, текстовые описания), структура изделий, отражающая взаимосвязи между компонентами и сборками и их описаниями в разных группах.

Вследствие большого объема проектных данных и наличия ряда версий проектов PDM должна обладать развитой системой поиска нужных данных по различным критериям.

Рассмотренные особенности банков данных в САПР позволяют квалифицировать их как системы Data Warehouse (DW), т.е. хранилища данных. Для хранилищ данных характерен ряд особенностей, совпадающих с названными выше особенностями банков данных САПР: 1) длительное хранение информации, отражающей историю разработок; 2) частота операций чтения данных выше частоты операций обновления данных; 3) использование единых форматов для однотипных данных, полученных из различных источников (например, от разных программно-методических комплексов). Эти особенности позволяют управлять конфигурацией проектов, что, в частности, означает хранение в САПР всех версий проекта и, возможно, данных по проектам предыдущих разработок, удовлетворение сложных запросов, для ответа на которые требуется извлечение и обработка данных из различных частей хранилища (так называемая многомерная обработка). Модели данных в DW отличаются от реляционных моделей (RM): в RM использованием нормальных форм стремятся максимально уменьшить избыточность данных, что приводит к увеличению числа таблиц, но уменьшенных размеров, однако многомерный поиск, требующийся в DW, в множестве таблиц затруднен. Поэтому в DW чаще используется модель данных “звезда”, в которой имеется общая таблица фактов (Fact Table) и каждому факту ставится в соответствие несколько таблиц с необходимыми атрибутами. Целостность данных в DW обеспечивается проверкой и трансформацией данных (data cleaning), вводимых из внешних источников, наличием дисциплины обновления данных, централизованным хранением основной базы, при этом достаточное быстродействие поддерживается передачей копий определенных частей базы в локальные базы, называемые киосками данных (Data Mart) и ориентированные на отдельные группы пользователей.

Программные средства управления проектированием САПР. В системных средах САПР управления проектированием возлагается на подсистему CAPE, в

некоторых системах обозначаемую как DesPM (Design Process Manager). DesPM должна включать в себя компоненты: комплексы базовых знаний по тем предметным областям, которые определяются объектом проектирования, а также знаний о языках представления характеристик и ограничений; средства для генерации плана (маршрута проектирования), определения наличия средств и ресурсов для реализации плана; средства выполнения плана; средства оценки результатов. DesPM позволяет выбирать объекты проектирования, производить декомпозицию моделей, для каждого компонента выбирать проектные процедуры из имеющегося набора.

По каждому объекту DesPM выдает сообщения, примерами которых могут быть: “объект проектируется другим разработчиком”, “проектирование временно, не выполнены предшествующие процедуры”, “не подготовлены исходные данные”. Одной из важнейших функций DesPM является помощь в реализации параллельного проектирования. Желательно в DesPM предусмотреть возможности создания “суперпроцедур” — командных файлов для выполнения часто повторяющихся фрагментов маршрутов проектирования.

Расширение возможностей управления проектированием и адаптация системной среды к конкретным САПР связано с применением языков расширения. Язык расширения — это язык программирования, позволяющий адаптировать и настраивать системную среду САПР на выполнение новых проектов. Язык расширения должен обеспечивать доступ к различным компонентам системной среды, объединять возможности базового языка программирования и командного языка, включать средства процедурного программирования.

Управление процессом проектирования включает в себя большое число действий и условий, поддерживающих параллельную работу многих пользователей над общим проектом. Управление выполняется на основе моделей вычислительных процессов. Используются спецификации моделей, принятые в CASE-системах, например, диаграммы потоков данных, ориентированные графы. Сначала модели составляют для задачного уровня, а затем система осуществляет их покрытие. Применяют также описания на языках расширения или 4GL. В системной среде Ulyses спецификации даны в виде набора модулей с указанием условий их активизации, что близко к представлению моделей в сис-

темах, управляемых знаниями. Так, каждый проектирующий программный модуль может быть активизирован только в том случае, если входные данные готовы. Для этого специальная программа управления модулями системной среды отслеживает соблюдение отношений следования между проектными операциями и процедурами, заданными в маршруте проектирования. На эту же программу возлагаются функции регулирования прав доступа к модулям, сбор статистики (протоколирование) по обращениям к модулям и некоторые другие.

Необходимо обеспечение синхронизации изменения данных, разделяемых многими пользователями. Для этого, во-первых, пользователи подразделяются на классы (администрация системы, руководство проектом и частями проекта, группы исполнителей-проектировщиков) и для каждого класса вводят определенные ограничения, связанные с доступом к разделяемым данным; во-вторых, обеспечи-

вают средства ведения многих версий проекта; в-третьих, для выполнения работ в отдельных ветвях параллельного процесса пользователям выделяют свои рабочие области памяти. Данным могут присваиваться различные значения статуса, например, “правильно”, “необходимо перевычисление”, “утверждено в качестве окончательного решения” и т.п. Собственно синхронизация выполняется с помощью механизмов типа рандеву или семафоров, рассматриваемых в пособиях по параллельным вычислениям.

В общем случае полная формализация управления проектированием не может быть достигнута, поэтому полезную роль играют системы поддержки решений, принимаемых людьми, DSS (Decision Support Systems). В качестве таких систем часто используют хранилища данных и OLAP-средства (On-Line Analytical Processing).

Использование хранилищ данных имеет ряд преимуществ в управлении большими объемами данных: имеется единое ядро, что исключает чрезмерно разветвленные и длительные транзакции, легче синхронизировать внесение изменений, поддерживать единство форматов данных, хранить предыдущие версии и т.п.

OLAP-средства должны обеспечивать оперативный доступ к данным, на основе которого выявляются зависимости между параметрами (измерениями в многомерной модели приложения). В OLAP-системах на реляционных СУБД аналитическая обработка, или, другими словами, многомерный динамический анализ данных требует просмотра большого числа записей из разных таблиц. По-

этому производительность оказывается невысокой. В специализированных OLAP-системах, обеспечивающих более быстрый многомерный анализ, но с более существенными ограничениями на объем БД, данные хранятся в виде гиперкубов или поликубов — многомерных таблиц с постоянным или переменным числом ячеек соответственно.

Примеры подсистем управления данным и проектированием. В ряде системных сред САПР (прежде всего САПР в машиностроении) в подсистемах PDM объединяются функции управления данными и проектированием. Пример такой PDM — подсистема Design Manager в САПР Euclid Quantum. Функциями этой PDM являются управление потоками проектных данных, версиями проекта, взаимодействием разработчиков, защита информации, конфигурирование и адаптация версий системы для конкретных пользователей.

В системной среде NELSIS CAD Framework имеются части: 1) DMS (Design Management Services) для поддержки иерархии данных, управления версиями и потоками задач; 2) DMI (Design Management Interface) с функциями открытия и закрытия баз данных, вызова и пересылки данных, доступа к DMS; 3) FUS (Framework User Services), включающая ряд браузеров для визуализации информации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для успешного функционирования и конкурентоспособности промышленных предприятий в современных условиях абсолютно необходимы передовые информационные технологий. Они позволяют не только решать широкий круг задач в сфере автоматизации финансово-хозяйственной и управленческой деятель-

ности, но и осуществлять комплексную автоматизацию основных технологических и производственных бизнес-процессов.

Потребности современного производства диктуют необходимость глобального использования информационных компьютерных технологий на всех этапах жизненного цикла изделия: от предпроектных исследований до утилизации изделия. Основу информационных технологий в проектировании и производстве сложных объектов и изделий составляют сегодня полномасштабные полнофункциональные промышленные САПР (CAD/CAM/CAE - системы). Активное использование во всем мире “легких” и “средних” САПР на персональных компьютерах для подготовки чертежной документации и управляющих программ для станков с ЧПУ и сближение возможностей персональных компьютеров и “рабочих станций” в автоматизации проектирования подготовило две тенденции в разработке и использовании САПР, которые наблюдаются в последнее время:

- применение полномасштабных САПР в различных отраслях промышленности для проектирования и производства изделий различной сложности;
- интеграция САПР с другими информационными технологиями.

Эти тенденции позволяют говорить, что уже в самом ближайшем будущем эффективность производства будет во многом определяться эффективностью использования на предприятиях промышленных САПР.

Но на сегодняшний день уже во многих предприятиях используется система автоматизированного проектирования и инженерам, конструкторам, проектировщикам, архитекторам, работающим в САПР-программах, необходимо постоянно повышать свою квалификацию; программы развиваются, ежегодно появляются новые версии — соответственно специалистам необходимо уметь работать в современном ПО. Иначе САПР используется не на полную мощь.

1.7 СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ САПР

С начала 80-х годов 20 века, в связи с массовым производством и внедрением персональных компьютеров (ПК), идея системной автоматизации процесса проектирования становится практически осуществимой для проектных организаций любого масштаба: от крупного института до частного бюро. Понятие САПР, с одной стороны, упростилось и зачастую ассоциируется с той или иной компьютерной программой. С другой стороны, проектирование сложных технических объектов возможно лишь в рамках САПР как организационно-технической системы, в основе которой - весь потенциал информационных технологий.

Средства обеспечения САПР классифицируют как единство следующих компонентов: техническое, программное, математическое, методическое, информационное и организационное.

Техническое и программное обеспечение

Техническое обеспечение - это комплекс технических средств, с помощью которого осуществляют сбор, обработку, хранение, преобразование и передачу данных, связанных с объектом проектирования. Основу технического обеспече-

ния составляют средства вычислительной техники и, в первую очередь, это - персональный компьютер. Стандартная конфигурация компьютера общеизвестна системный блок, состоящий из процессора, оперативной памяти, блока питания, винчестера, других накопителей данных, портов подключения периферийных устройств;

- клавиатура для ввода информации;
- монитор для отображения информации;
- мышь для удобства диалога "человек-компьютер".

Понятие периферийных устройств включает широкий перечень технических средств. В первую очередь, это средства сбора и обработки данных для проектирования. К ним можно отнести электронное геодезическое оборудование (тахеометры, системы спутниковой навигации, лазерные сканеры и пр.), которое или работает непосредственно под управлением компьютеров, или передает данные измерений в виде компьютерных файлов. Более подробная информация о технических средствах инженерных изысканий изложена в гл. 4.

Если исходная информация о проектируемой дороге представлена в виде планшетов топографических планов, то для преобразования информации из бумажного вида в электронный применяют сканеры (см. рис. 2.2, а). Сканеры бывают рулонные или планшетные. Точность сканирования последних существенно выше и может достигать 12000 dpi (dots per inch - точек на дюйм). Когда речь идет о проектировании сложных технических объектов, то применяют инженерные сканеры большого формата A0(A1). Выходную графическую информацию об объекте проектирования (чертежи) печатают на плоттерах также большого формата. По способу подачи бумаги плоттеры как и сканеры, бывают рулонные или планшетные. По способу нанесения красящего вещества – лазерные или струйные. Вопрос о том, каким должен быть инженерный чертеж, черно-белым или цветным, в последнее время однозначно решается в пользу цветного. Во-первых, в виду существенного прогресса в области цветной печати, которая стала значительно дороже черно-белой. Во-вторых, цвет несет дополнительную информацию о проектируемом объекте и способствует повышению эффективности зрительного анализа таких чертежей.

К периферийным устройствам компьютера также можно отнести аппараты цифрового фото и видео, которые в настоящее время широко применяются при сборе исходных данных для проектирования дорог. Для организации коллективной работы над проектом и оперативного обмена информацией компьютеры объединяют в локальные (интранет) и глобальные (интернет) сети, техническими компонентами которых являются серверы, сетевые платы, модемы, оптоволоконные сети и пр.

Программное обеспечение САПР подразделяют на общесистемное и прикладное.

К общесистемному программному обеспечению относят, в первую очередь, операционные системы (ОС), которые управляют всеми процессами, происходящими в компьютерах. Появление и эволюция ОС происходила параллельно с развитием самих компьютеров. Если создание первого персонального компьютера

ассоциируют с фирмой IBM (www.ibm.com), то первая массовая ОС появилась для этого компьютера от фирмы Microsoft (www.microsoft.com) и называлась MS-DOS. 14-летний путь эволюции (с 1981 по 1995 г.г.) MS-DOS версий 1.0-7.0 способствовал внедрению компьютеров от решения узких инженерных задач до повсеместного их применения во всех сферах жизни. С начала 90-х годов на смену MS-DOS приходит Windows (от англ. – окна) также от фирмы Microsoft, которая позволяет одновременно работать с несколькими программами (окнами), с легкостью переключаясь между ними без необходимости закрывать и перезапускать отдельные программы. На начальном этапе развития Windows выполняла роль графического интерфейса для MS-DOS. С выходом Windows 3.1 (1992 г.) эта операционная система ассоциируется как самостоятельная, способная работать с оперативной памятью более 640 кб, с масштабируемыми шрифтами TrueType. Выпуск в 1993 г. Windows NT (сокращение от New Technology – новая технология) был хорошо принят разработчиками благодаря ее повышенной защищенности, стабильности и развитому API-интерфейсу Win32, упрощающему составление мощных программ. В 1995 г. выходит Windows 95 – самая дружелюбная пользователю версия Windows, для инсталляции которой не требуется предварительно устанавливать DOS; ее появление делает ПК более доступным массовому потребителю. В Windows 95 имеются встроенный набор протоколов TCP/IP и допускается использование длинных имен файлов. Windows 98 (1998 г.) – последняя версия Windows на базе старого ядра, функционирующего на фундаменте DOS. Система Windows 98 интегрирована с браузером Internet Explorer 4 и совместима с многочисленными новыми аппаратными стандартами, в том числе USB-портами. Последующие версии Windows разрабатывались на базе ядра NT. В настоящее время (с 2001 г.) большинство прикладных программ, в том числе САПР, функционирует под управлением операционной системы MS Windows XP (от англ. eXPerience – опыт). Новый проблемно-ориентированный интерфейс MS Windows XP позволяет в кратчайшие сроки освоить принципы работы с операционной системой даже тем пользователям, которые ранее никогда не сталкивались с системами семейства Windows. Применяемые в Windows XP расширенные web-технологии открывают возможность обмена текстовыми и голосовыми сообщениями, создания web-проектов различного уровня сложности и совместного использования приложений не только в локальной сети, но и в Интернете. К условно общесистемному программному обеспечению можно отнести MS Office, ряд приложений которого (текстовый редактор Word, электронные таблицы Excel) стали де-факто стандартами в своем классе программ. Практически все САПР, формирующие в качестве выходных данных текстовые документы, осуществляют это в среде MS Word, а табличные формы – в среде MS Excel. К прикладным программам, помимо самих САПР, можно отнести: векторизаторы; программы обработки геодезических данных, данных дистанционного зондирования; системы управления базами данных (СУБД); системы управления проектно-конструкторской документацией (СУПКД) и др.

Последние из перечисленных (СУПКД) являются исключительно важными в работе проектных организаций, поскольку в значительной степени обеспечивают

функционирование систем контроля качества при производстве проектной продукции.

Из множества программ этого класса наиболее полнофункциональной системой является Party PLUS (разработчик – компания Лоция Софт, Москва, www.lotsia.com).

Party PLUS является профессиональной системой, построенной в архитектуре "клиент-сервер" на базе СУБД типа Oracle, MS SQL-Server, Sybase и отличающейся надежностью, производительностью, масштабируемостью и защищенностью.

Система содержит защищенный архив документов, а также встроенные средства свободной и предопределенной маршрутизации документов, работ и управления бизнес-процессами. Система поддерживает режим параллельной коллективной работы различных групп пользователей и обеспечивает управление всей относящейся к проекту информацией, что позволяет сотрудникам проектной организации не только получать доступ к описанию проекта, но и управлять информацией об этом проекте. Если на предприятии несколько территориально распределенных проектных отделов, то с помощью Party PLUS можно организовать отлаженное взаимодействие удаленных подразделений при работе над несколькими проектами. Party PLUS обладает функцией ведения истории всех инженерных изменений в структуре проекта, возможностью сравнения текущего состояния с состоянием на любую дату. Имеются средства поддержки многовариантного проектирования с хранением вариантов, не вошедших в основной проект, средства поддержки работы с версиями документов. Имеется возможность задавать для элемента проекта аналоги или родственные элементы, группировать элементы по различным критериям. Система Party PLUS универсальна, максимально гибка для решения задач в различных отраслях инженерной деятельности, включая дорожную отрасль, и ориентирована на равноправную работу с различными САПР.

Математическое и методическое обеспечение

Математическое обеспечение – это совокупность аналитических и численных методов, математических моделей и алгоритмов выполнения проектных процедур. Применение тех или иных методов зависит от уровня развития САПР, свойств объектов проектирования и характера решаемых задач. На начальном этапе развития САПР осуществлялась алгоритмизация ручных методов проектирования. Это способствовало сокращению времени проектирования, но качество проектных решений при этом практически не улучшалось. Первые работы в области оптимизации проектных решений начались в 70-е годы и были связаны, в первую очередь, с проектированием продольного профиля. Работы Е. Л. Фильштейна и его метод "граничных итераций", В. И. Струченкова и его метод "проекции градиента" устанавливали положение проектной линии продольного профиля с учетом минимизации объемов земляных работ. Уже на этом этапе пришлось отказаться от представления проектной линии в виде последовательности прямых и дуг окружностей, а перейти на модель проектной линии в виде ломаной (линейного сплайна). Однако эти методы не затрагивали общих (базовых) принципов изысканий и проектирования автомобильных дорог. Переход в 90-е годы

на системную автоматизацию дорожного проектирования на основе цифровых моделей местности привел к существенному изменению всей технологии проектно-изыскательских работ. В период "ручного" проектирования автомобильных дорог геодезические изыскания выполнялись "пикетным" методом. Суть этого метода заключается в следующих этапах работ [16]:

- Полевое трассирование автомобильной дороги. При этом тангенциальный ход трассы является одновременно и магистральным ходом для всех последующих разбивочных работ, как на стадии изысканий, так и на стадии строительства.

- Планово-высотное закрепление трассы притрассовыми реперами и угловыми столбами.

- Разбивка пикетажа по трассе. Разбиваются и закрепляются не только пикетные точки, но и плюсовые (характерные) точки, связанные с изломами рельефа, пересечением водных потоков, инженерных коммуникаций и дорог.

- Двойное продольное геометрическое нивелирование трассы по принятому пикетажу.

- Съемка поперечников. При разбивке пикетажа по трассе одновременно осуществляют разбивку поперечников на всех пикетных и плюсовых точках. На прямолинейных участках трассы поперечники разбивают перпендикулярно к оси дороги, а на криволинейных участках – перпендикулярно касательной к трассе. Длину поперечника принимают такой, чтобы в его пределах разместились земляное полотно со всеми его конструктивными элементами.

Съемку поперечников осуществляют для построения продольного и поперечных профилей по принятой трассе для последующего проектирования земляного полотна, организации системы поверхностного водоотвода, подсчета объемов земляных работ и подготовки проектной документации.

Как следует из вышеприведенного, при "пикетном" методе изысканий изменение положения трассы и, следовательно, всех остальных проекций на проектной стадии не возможно. Таким образом, творческое начало проектной деятельности при этом методе ограничено ввиду предопределенности положения трассы дороги, что существенно сказывается на качестве конечных проектных решений. Заметим также, что в полевых условиях трассирования, в отсутствие компьютерной техники, инженер-изыскатель ограничивался элементарной схемой закругления трассы типа "клотоида- круговая кривая-клотоида", разбивку которой можно было произвести по соответствующим разбивочным таблицам.

Совершенно другую перспективу открывает "беспикетный" метод изысканий дорог, приоритетное применение которого стало возможным благодаря достижениям электронной тахеометрии и вычислительной техники.

Изыскания по этому методу состоят в следующем:

- В полосе возможных проектных решений, определенной на предпроектной стадии, закладывается и закрепляется магистральный ход (сеть ходов).

Осуществляется тахеометрическая съемка полосы варьирования. При этом обеспечивается высокая производительность работ, поскольку все измерения, необходимые для определения пространственных координат съемочных точек мест-

ности, выполняют комплексно с использованием одного геодезического прибора – тахеометра.

·С электронного тахеометра в компьютер считывается цифровая модель местности, которая является основой для всех последующих проектных процедур.

Заметим, что при "беспикетном" методе изысканий местоположение трассы определяется ни на стадии изысканий, а на стадии проектирования (в камеральных условиях). Это дает возможность варьировать местоположением трассы практически на любом этапе проектирования, применять для установления местоположения трассы и ее описания самые современные математические методы, в том числе и оптимизационные. Учитывая трехмерную природу ЦММ и порождаемых ею поверхностей, появляется уникальная возможность пространственного трассирования дорог. В настоящее время методология и алгоритмы пространственного трассирования успешно разрабатываются в рамках САПР и скоро должны пополнить арсенал передовых технологий для дорожной проектной практики. Из множества методов вычислительной математики, ставших доступными в условиях системной автоматизации проектных работ, остановимся на сплайнах и кривых Безье, применяемых при автоматизированном трассировании дорог в плане и продольном профиле. Интерполяционные сплайны. Как известно, термин "сплайн" происходит от названия чертежного инструмента – тонкой металлической или деревянной линейки, которая изгибается так, чтобы проходить через заданные точки ($x_i, y_i = f(x_i)$). Тогда сплайн в положении равновесия принимает форму, которая минимизирует его потенциальную энергию. И в теории балок установлено, что эта энергия пропорциональна интегралу по длине дуги от квадрата кривизны сплайна: при условиях $S(x_i) = y_i$.

Информационное и организационное обеспечение

Информационное обеспечение – это совокупность средств и методов построения информационной базы для целей проектирования. В состав информационного обеспечения входят: государственные стандарты (ГОСТ), строительные нормы (СН), строительные нормы и правила (СНиП), ведомственные строительные нормы (ВСН), типовые проектные решения по сооружениям и элементам автомобильных дорог. Все вышеперечисленные нормативно-информационные материалы существуют в бумажном виде или в виде электронных аналогов. Другая часть информационного обеспечения существует только в электронном виде и является неотъемлемой частью САПР. Это библиотеки условных знаков, классификаторы и коды, шаблоны типовых элементов в составе графических алгоритмов. В процессе проектирования используется также информация регионального характера. К ней относятся сведения метеорологического и экологического характера, данные о рельефе и геологическом строении местности, сведения о местоположении карьеров грунтов и каменных материалов и др. По другой классификации информацию можно подразделить на входную, промежуточную и выходную. Входная - совокупность исходных данных, необходимых для принятия проектного решения. Промежуточная - полученная ранее в результате решения одних задач и используемая для решения других, но не окончательные результаты решения за-

дач. Выходная - полученная как результат решения задач и предназначенная для непосредственного использования в проектировании.

Организационное обеспечение представляет собой совокупность организационных и технических мероприятий, направленных на повышение эффективности функционирования САПР. К ним относятся: изменение организационной структуры проектной организации, ее отделов и подразделений; перераспределение функций между отделами; изменение технологии проектно-изыскательских работ и кадров состава сотрудников, повышение квалификации проектировщиков в сфере САПР, организация и функционирование систем управления качеством проектной продукции на основе международных стандартов ISO 9001:2000.

1.8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САПР

Техническое обеспечение САПР включает в себя различные технические средства (hardware), используемые для выполнения автоматизированного проектирования, а именно ЭВМ, периферийные устройства, сетевое оборудование, а также оборудование некоторых вспомогательных систем (например, измерительных), поддерживающих проектирование.

Используемые в САПР технические средства должны обеспечивать:

1. выполнение всех необходимых проектных процедур, для которых имеется соответствующее ПО;
2. взаимодействие между проектировщиками и ЭВМ, поддержку интерактивного режима работы;
3. взаимодействие между членами коллектива, выполняющими работу над общим проектом.

Первое из этих требований выполняется при наличии в САПР вычислительных машин и систем с достаточными производительностью и емкостью памяти.

Второе требование относится к пользовательскому интерфейсу и выполняется за счет включения в САПР удобных средств ввода-вывода данных и прежде всего устройств обмена графической информацией.

Третье требование обуславливает объединение аппаратных средств САПР в сеть.

В результате общая структура ТО САПР представляет собой сеть узлов, связанных между собой средой передачи (станциями данных) основой которых являются рабочие места проектировщиков, часто называемые (АРМ) или (WS — Workstation), ими могут быть также большие ЭВМ (мейнфреймы), отдельные периферийные и измерительные устройства. Именно в АРМ должны быть средства для интерфейса проектировщика с ЭВМ.

Что касается вычислительной мощности, то она может быть распределена между различными узлами вычислительной сети.

Локальная сеть представлена каналами передачи данных, состоящими из линий связи и коммутационного оборудования. Примерами линий связи могут служить коаксиальный кабель, витая пара проводов, волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС). Примером канала связи может быть полоса частот, выделенная од-

ному передатчику при радиосвязи. В некоторой линии можно образовать несколько каналов связи, по каждому из которых передается своя информация. При этом говорят, что линия разделяется между несколькими каналами.

Существуют два метода разделения линии передачи данных:

1- разделение по времени или TDM — Time Division Method), при котором каждому каналу выделяется некоторый квант времени;

2- разделение по частоте (FDM — Frequency Division Method), при котором каналу выделяется некоторая полоса частот.

В САПР небольших проектных организаций, насчитывающих не более единиц-десятков компьютеров, которые размещены на малых расстояниях один от другого (например, в одной или нескольких соседних комнатах) объединяющая компьютеры сеть является локальной. (ЛВС или LAN — Local Area Network) имеет линию связи, к которой подключаются все узлы сети. При этом топология соединений узлов может быть шинная (bus), кольцевая (ring), звездная (star). Протяженность линии и число подключаемых узлов в ЛВС ограничены.

В более крупных по масштабам проектных организациях в сеть включены десятки-сотни и более компьютеров, относящихся к разным проектным и управленческим подразделениям и размещенных в помещениях одного или нескольких зданий. Такую сеть называют корпоративной КВС (WAN — Wide Area Network).

В территориальной сети различают каналы передачи данных (магистральную сеть), имеющие значительную протяженность, и каналы передачи данных, связывающие ЛВС (или совокупность ЛВС отдельного здания или кампуса) с магистральной сетью. Обычно создание магистральной сети, т.е. сети, обслуживающей единственную организацию, обходится для нее слишком дорого. Поэтому чаще прибегают к услугам провайдера, т.е. организации, предоставляющей телекоммуникационные услуги многим пользователям. В этом случае внутри корпоративной сети связь на значительных расстояниях осуществляется через интернет. В качестве такой сети можно использовать, например, городскую или междугородную телефонную сеть или территориальные сети передачи данных. Наиболее распространенной формой доступа к этим сетям в настоящее время является обращение к глобальной вычислительной сети Internet.

Для многих корпоративных сетей возможность выхода в Internet является желательной не только для обеспечения взаимосвязи удаленных сотрудников собственной организации, но и для получения других информационных услуг. Развитие виртуальных предприятий, работающих на основе CALS-технологий, с необходимостью подразумевает информационные обмены через территориальные сети, как правило, через Internet.

В качестве средств обработки данных в современных САПР широко используют рабочие станции, серверы, персональные компьютеры. Большие ЭВМ и в том числе суперЭВМ обычно не применяют, так как они дороги и их отношение производительность/цена существенно ниже подобного показателя серверов и многих рабочих станций.

На базе рабочих станций или персональных компьютеров создают АРМ.

Типичный состав устройств АРМ: ЭВМ с одним или несколькими микропроцессорами, оперативной и кэш-памятью и шинами, служащими для взаимной связи устройств; устройства ввода-вывода, включающие в себя, как минимум, клавиатуру, мышь, дисплей; дополнительно в состав АРМ могут входить принтер, сканер, плоттер (графопостроитель), дигитайзер и некоторые другие периферийные устройства.

Память ЭВМ обычно имеет иерархическую структуру. Поскольку в памяти большого объема трудно добиться одновременно высокой скорости записи и считывания данных, память делят на сверхбыстродействующую кэш-память малой емкости, основную оперативную память умеренного объема и сравнительно медленную внешнюю память большой емкости, причем, в свою очередь, кэш-память часто разделяют на кэш первого и второго уровней.

Для связи наиболее быстродействующих устройств (процессора, оперативной и кэш-памяти, видеокарты) используется системная шина с пропускной способностью до одного-двух Гбайт/с. Кроме системной шины на материнской плате компьютера имеются шина расширения для подключения сетевого контроллера и быстрых внешних устройств (например, шина PCI с пропускной способностью 133 Мбайт/с) и шина медленных внешних устройств, таких как клавиатура, мышь, принтер и т.п.

Рабочие станции (workstation) по сравнению с персональными компьютерами представляют собой вычислительную систему, специализированную на выполнение определенных функций. Специализация обеспечивается как набором программ, так и аппаратно за счет использования дополнительных специализированных процессоров.

Для ввода графической информации с имеющихся документов в САПР используют дигитайзеры и сканеры.

Для вывода информации применяют принтеры и плоттеры. Первые из них ориентированы на получение документов малого формата (А3, А4), вторые — для вывода графической информации на широкоформатные носители.

В этих устройствах преимущественно используется растровый (т.е. построчный) способ вывода со струйной технологией печати. Печатающая система в струйных устройствах включает в себя картридж и головку. Картридж — баллон, заполненный чернилами (в цветных устройствах имеется несколько картриджей, каждый с чернилами своего цвета). Головка — матрица из сопел, из которых мельчайшие чернильные капли поступают на носитель. Физический принцип действия головки термический или пьезоэлектрический. При термопечати выбрасывание капель из сопла происходит под действием его нагревания, что вызывает образование пара и выбрасывание капелек под давлением.

При пьезоэлектрическом способе пропускание тока через пьезоэлемент приводит к изменению размера сопла и выбрасыванию капли чернил. Второй способ дороже, но позволяет получить более высококачественное изображение.

Типичная разрешающая способность принтеров и плоттеров 600 dpi, в настоящее время она повышена до 12000 dpi. В современных устройствах управление осуществляется встроенными микропроцессорами.

Программная связь с аппаратурой нижнего уровня (датчиками, исполнительными устройствами) происходит через драйверы. Межпрограммные связи реализуются через интерфейсы, подобные OLE. Для упрощения создания систем разработан стандарт OPC (OLE for Process Control).

Типичная среда передачи данных в ЛВС — отрезок (сегмент) коаксиального кабеля. К нему через аппаратуру окончания канала данных подключаются узлы — компьютеры и, возможно, общее периферийное оборудование. Поскольку среда передачи данных общая, а запросы на сетевые обмены в узлах появляются асинхронно, то возникает проблема разделения общей среды между многими узлами, другими словами, проблема обеспечения доступа к сети.

Одной из первых среди ЛВС шинной структуры была создана сеть Ethernet, разработанная фирмой Xerox. В этой сети был применен метод доступа МДКН/ОК. Позднее Ethernet стала основой стандарта IEEE 802/3. Другой вариант шинных ЛВС соответствует стандарту IEEE 802/4, описывающему сеть с эстафетной передачей маркера.

Технология Ethernet наиболее распространена в ЛВС. Так, по данным на 1996 г. 85% всех компьютеров в ЛВС были в сетях Ethernet.

В качестве линий передачи данных в ЛВС используют коаксиальный кабель, витую пару проводов или ВОЛС. Длины используемых отрезков коаксиального кабеля не должны превышать нескольких сотен метров, а у витой пары проводов — десятков метров. При больших расстояниях в среду передачи данных включают формирователи сигналов — повторители для сопряжения отрезков. ВОЛС позволяет существенно увеличить предельные расстояния и скорость передачи данных.

Для связи компьютеров со средой передачи данных используют сетевые контроллеры (адаптеры, сетевые карты), управляющие доступом к сети, и приемопередатчики, служащие для связи сетевого контроллера с линией связи.

Рядом фирм на базе проекта сети Ethernet разрабатывается оборудование для ЛВС. В настоящее время унифицировано несколько вариантов сети Ethernet, различающихся топологией, особенностями физической среды передачи данных, информационной скоростью передачи данных.

1. Thick Ethernet принятое обозначение варианта 10Base-5, где первый элемент “10” характеризует скорость передачи данных по линии 10 Мбит/с, последний элемент “5” — максимальную длину сегмента кабеля (в сотнях метров), т.е. 500 м. Другие параметры сети: максимальное число сегментов 5; максимальное число узлов на одном сегменте 100; минимальное расстояние между узлами 2,5 м.

2. Thin Ethernet принятое обозначение 10Base-2: максимальное число сегментов 5; максимальная длина сегмента 185 м; максимальное число узлов на одном сегменте 30; минимальное расстояние между узлами 0,5 м; скорость передачи данных по линии 10 Мбит/с.

3. Twisted Pair Ethernet; принятое обозначение 10Base-T; это кабельная сеть с использованием витых пар проводов и концентраторов, называемых также распределителями, или хабами (hubs).

В этой сети не рекомендуется включать последовательно более четырех хабов.

4. Fiber Optic Ethernet (шина на основе оптоволоконного кабеля), обозначение 10Base-F; применяется для соединений точка-точка, например, для соединения двух конкретных распределителей в кабельной сети. Максимальные длины — в пределах 2...4 км. Цена оптоволоконного кабеля приблизительно такая же, как и медного кабеля, но у первого из них меньше габариты и масса, достигается полная гальваническая развязка. Приемопередатчик (повторитель) для волоконно-оптических линий передачи данных (световодов) состоит из частей приемной, передающей, чтения и записи данных. В приемной части имеются фотодиод, усилитель-формирователь сигналов с требуемыми уровнями напряжения, механическое контактирующее устройство для надежного контакта фотодиода со стеклянной оболочкой кабеля. Передатчик представлен светодионом или микролазером.

5. RadioEthernet (стандарт IEEE 802/11). Среда передачи данных — радиоволны, распространяющиеся в эфире. Структура сети может быть “постоянной” при наличии базовой кабельной сети с точками доступа от узлов по радиоканалам или “временной”, когда обмены между узлами происходят только по радиоканалам.

6. Сеть Fast Ethernet, иначе называемая 100BaseX или 100Base-T (стандарт IEEE 802/30). Информационная скорость 100 Мбит/с. В этой сети применен метод доступа МДКН/ОК. Используется для построения скоростных ЛВС (последовательно включается не более двух хабов), для объединения низкоскоростных подсетей 10Base-T в единую скоростную сеть и для подключения серверов на расстояниях до 200 м. В последнем случае серверы соединяются с клиентскими узлами через шину 100 Мбит/с и коммутатор, называемый также конвертором, преобразователем или переключателем скорости 100/10. К конвертору с другой стороны подключено несколько шин 10 Мбит/с, на которые нагружены остальные узлы. Практически можно использовать до 250 узлов, теоретически — до 1024. Подсетями могут быть как Fast Ethernet, так и обычные Ethernet со скоростью 10 Мбит/с, включенные через преобразователь скорости. Различают следующие варианты: 100Base-TX, в котором применяют кабель из двух неэкранированных витых пар категории 5, 100Base-T4 — с четырьмя неэкранированными парами категории 5, 100Base-FX — на ВОЛС.

7. Gigabit Ethernet 1000Base-X. В этом варианте получены гигабитные скорости. В соответствии со стандартом IEEE 802.3z имеются разновидности на ВОЛС с длиной волны 830 или 1270 нм (1000Base-SX и 1000Base-LX соответственно) на расстояниях до 550 м и на витой паре категории 5 (1000BaseCX) на расстояниях до 25 м. Скорость до 1 Гбит/с.

Линии связи в вычислительных сетях представлены коаксиальными кабелями и витыми парами проводов.

Используются коаксиальные кабели: “толстый” диаметром 12,5 мм и “тонкий” диаметром 6,25мм. “Толстый” кабель имеет меньшее затухание, лучшую помехозащищенность, что обеспечивает возможность работы на больших рас-

стояниях, но он плохо гнется, что затрудняет прокладку соединений в помещениях, и дороже “тонкого”.

Существуют экранированные (STP — Shielded Twist Pair) и неэкранированные (UTP — Unshielded Twist Pair) пары проводов. Экранированные пары сравнительно дороги.

Витые пары иногда называют парафазной линией в том смысле, что в двух проводах линии передаются одни и те же уровни сигнала (по отношению к «земле»), но разной полярности. При приеме воспринимается разность сигналов, называемая парафазным сигналом. Синфазные помехи при этом самокомпенсируются.

Оптические линии связи реализуются в виде ВОЛС. ВОЛС являются основой высокоскоростной передачи данных, особенно на большие расстояния. В ЛВС каналы передачи данных представлены в основном проводными (медными) линиями, поскольку неэкранированные витые пары дешевле ВОЛС и удобнее при прокладке кабельной сети. Но для реализации высокоскоростных магистральных каналов в корпоративных и территориальных сетях ВОЛС уже находится вне конкуренции.

Конструкция ВОЛС — кварцевый сердечник диаметром 10 мкм, покрытый отражающей оболочкой с внешним диаметром 125...200 мкм. Типичные характеристики ВОЛС: работа на волнах 0,83...1,55 мкм, затухание 0,7 дБ/км, полоса частот — до 2 ГГц; ориентировочная цена — 4-5 долл. за 1 м. Предельные расстояния D для передачи данных по ВОЛС (без ретрансляции) зависят от длины волны излучения λ : при $\lambda = 850$ нм имеем $D = 5$ км, а при $\lambda = 300$ нм имеем $D = 50$ км, но аппаратная реализация дороже.

Примером среды передачи данных между мейнфреймами, рабочими станциями, пулами периферийных устройств может служить среда Fiber Channel на ВОЛС, обеспечивающая скорости от 133 до 1062 Мбит/с на расстояниях до 10 км (для сравнения приведем данные по стандартному интерфейсу SCSI между рабочей станцией и дисководом — скорость 160 Мбит/с при расстояниях не более десятков метров).

Радиоканалы используются в качестве альтернативы кабельным системам в локальных сетях и при объединении сетей отдельных подразделений и предприятий в корпоративные сети. Радиоканалы являются необходимой составной частью также в спутниковых и радиорелейных системах связи, применяемых в территориальных сетях, в сотовых системах мобильной связи.

Радиосвязь используют в корпоративных и локальных сетях, если затруднена прокладка других каналов связи. Во многих случаях построения корпоративных сетей применение радиоканалов оказывается более дешевым решением по сравнению с другими вариантами.

В случае использования радиоканала в качестве общей среды передачи данных в ЛВС сеть называют RadioEthernet (стандарт IEEE 802/11), обычно ее применяют внутри зданий. В состав аппаратуры входят приемопередатчики и антенны. Связь осуществляется на частотах от одного до нескольких гигагерц. Расстояния между узлами — несколько десятков метров.

В соответствии со стандартом IEEE 802/11 возможны два способа передачи двоичной информации в ЛВС, их цель заключается в обеспечении защиты информации от нежелательного доступа.

Первый способ называют (DSSS — Direct Sequence Spread Spectrum). В нем защита информации основана на избыточности — каждый бит данных представлен последовательностью из 11-ти элементов (“чипов”). Эта последовательность создается с помощью алгоритма, известного участникам связи, и поэтому ее можно дешифровать при приеме.

Второй способ — (FHSS — Frequency Hopping Spread Spectrum). Согласно этому методу полоса пропускания по IEEE 802/11 делится на 79 поддиапазонов. Передатчик периодически (с шагом 20...400 мс) переключается на новый поддиапазон, причем алгоритм изменения частот известен только участникам связи и может изменяться, что и затрудняет несанкционированный доступ к данным.

Вариант использования радиоканалов для связи центрального и периферийного узлов отличается тем, что центральный пункт имеет ненаправленную антенну, а в терминальных пунктах при этом применяются направленные антенны. Дальность связи составляет также десятки метров, а вне помещений — сотни метров.

Спутниковые каналы являются частью магистральных каналов передачи данных. В них спутники могут находиться на геостационарных (высота 36 тыс. км) или низких орбитах. В случае геостационарных орбит заметны задержки на прохождение сигналов (к спутнику и обратно около 500 мс). Возможно покрытие поверхности всего земного шара с помощью четырех спутников. В низкоорбитальных системах обслуживание конкретного пользователя происходит попеременно разными спутниками. Чем ниже орбита, тем меньше площадь покрытия и, следовательно, требуется или больше наземных станций, или необходима межспутниковая связь, что, естественно, приводит к утяжелению спутника. Число спутников также значительно больше (обычно несколько десятков)

В оборудование беспроводных каналов передачи данных входят сетевые адаптеры и радиомодемы, поставляемые вместе с комнатными антеннами и драйверами. Они различаются способами обработки сигналов, характеризуются частотой передачи, пропускной способностью, дальностью связи.

Протоколы, используемые совместно в сетях определенного типа, объединяются в совокупности, называемые стеками. Широко известны стеки протоколов TCP/IP, SPX/IPX, X.25, Frame Relay (FR), ATM, семиуровневые протоколы ЭМ-ВОС.

Наибольшее распространение получили протоколы TCP/IP в связи с их использованием в качестве основных в сети Internet. TCP/IP — пятиуровневые протоколы, но базовыми среди них, давшими название всей совокупности, являются протокол транспортного уровня TCP (Transmission Control

Protocol) и протокол сетевого уровня IP (Internet Protocol).

РАЗДЕЛ II. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА CREDO

2.1 СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ «CREDO»

Система автоматизированного проектирования автомобильных дорог «Credo» развивается с 1989 г. в научно-производственном объединении (НПО) «Кредо-Диалог». Изначально это был пакет программ по проектированию ремонта дорожных покрытий. Название этой системы проектирования сохранилось с тех времен по аббревиатуре слов: Капитальный ремонт дорожных одежд.

Над разработкой системы работали и продолжают работать канд. техн. наук Г.В. Величко (генеральный конструктор), д-р техн. наук В.В. Филиппов, канд. техн. наук А.П. Пигин и др. Система с самого начала была ориентирована на эксплуатацию в производственных условиях и получила широкое распространение в дорожных проектных организациях, а также в организациях других отраслей, занимающихся проектированием линейно-протяженных объектов (нефтегазовой, электроэнергетической и др.)

В 2003 г. была завершена разработка системы Credo 3-го поколения под управлением ОС Windows.

В состав системы Credo 3-го поколения вошли 4 подсистемы: «Топоплан», «Линейные изыскания», «Генеральный план», «Дороги» и ряд пакетов прикладных программ (Проектирование индивидуальных знаков. Расчет нежесткой дорожной одежды и т.д. Ниже приведено описание и функциональные возможности подсистем «Линейные изыскания» и «Дороги».

Функциональная структура подсистемы «Линейные изыскания»

В подсистему «Линейные изыскания» полностью входят все функции подсистемы «Топоплан». Так как подсистема предназначена для обработки инженерных изысканий, в первую очередь линейных, в нее дополнительно, кроме перечисленных для подсистемы «Топоплан», включается набор специальных функций.

Трассирование. Интерактивное создание и редактирование трасс с использованием различных стилей и методов трассирования, в том числе с использованием полевых материалов. Проложение трасс в стесненных и сложных условиях, например, в горной местности или при реконструкции дорог.

Создание и редактирование отдельных простых и сложных элементов трасс разнообразными методами, в том числе: аппроксимацией фрагментов реконструируемых линейных сооружений, эквидистантным переносом уже существующих трасс с рациональным подбором параметров составных закруглений.

Использованы разнообразные механизмы создания трасс:

из отдельно созданных элементов с последующим их сопряжением многообразными и рациональными способами;

с одновременным построением составляющих трассу элементов;

эквидистантным переносом, инверсией, разделением, "склежкой" ранее построенных трасс. Разбивка разнообразного пикетажа, в том числе с использованием "рубленых" пикетов различных видов. Создание и редактирование углов поворота закруглений трасс. Поддержка отдельного и вариантного трассирования.

Обеспечение возможности трассирования для специфики изысканий автомобильных дорог.

Таблицы нивелирования. Таблица высот точек продольного нивелирования с заполнением данных из рукописных журналов, таблиц журналов технического нивелирования, таблиц журналов нивелирования поперечников или загрузкой данных из ЦММ по выбранным поверхностям.

Таблица журналов нивелирования (геометрического и тригонометрического) поперечников с интерактивным графическим редактированием геометрии. Возможность создания "косых" поперечников.

Профиль. Создание, просмотр, редактирование продольных профилей трасс по данным ЦММ, таблиц продольного нивелирования, данных, полученных по растровой подложке. Дополнение профиля выборкой из ЦММ пересечек с отображением в соответствии с классификатором УЗ.

Разбивки. Полная подготовка данных (координат, длин линий, дирекционных углов, параметров закруглений) для выноса трасс в натуру. Создание проекта выноса - формирование ведомостей и чертежей разбивочных работ нескольких видов.

Чертежи. Создание и редактирование чертежа топографического плана полосы трассы с отображением элементов трассы. Создание развернутого плана трассы. Создание и редактирование чертежей продольного и поперечных профилей. Использование настраиваемых шаблонов подвалов продольных и поперечных профилей для выпуска чертежей.

Ведомости. Создание ведомостей геометрии трассы. Создание основных ведомостей (пересекаемых коммуникаций, угодий, землепользования, рубки) с выборкой данных из семантики топографических объектов ЦММ.

26.3. Функциональная структура подсистемы «Дороги»

Подсистема «Дороги» предназначена для проектирования загородных автомобильных дорог всех категорий, городских улиц и магистралей и транспортных развязок.

Исходные данные. Проектирование ведется по цифровой модели местности площадки или полосы участка проектирования. В качестве ЦММ используются данные изысканий, обработанных в системе «Топоплан» или «Линейные изыскания». Обеспечено чтение данных Credo_TER, Credo_PRO, Credo_MIX. Кроме того, система имеет инструментальный самостоятельного формирования ЦММ с использованием существующих картографических материалов, представленных в виде растровых или векторных данных.

Организация данных. Набор данных изысканий и проектирования на территории формируется в иерархической структуре проектов, позволяющих размещать данные либо по разделам проекта, либо по составу элементов проектируемого объекта, либо в необходимой для пользователя комбинации. В свою очередь

проекты формируются из иерархически организованных слоев с редактируемыми свойствами. Обеспечивается врезка, вырезка участков модели. Менеджер проектов обеспечивает работу в базе данных с большими, сложно организованными объектами и осуществление их коллективной обработки.

Трассирование. Интерактивное создание и редактирование трассы дороги с использованием различных стилей трассирования, от "жестких" (прямыми и круговыми кривыми) до очень плавных и эстетичных трасс (прямыми, круговыми кривыми, клотоидами и сплайнами) с удовлетворением архитектурно-ландшафтных требований. Проложение трасс в стесненных и сложных условиях, например, в горной местности или при реконструкции дорог.

Создание и редактирование отдельных простых и сложных элементов трасс разнообразными методами, в том числе: аппроксимацией фрагментов реконструируемых дорог, эквидистантным переносом уже существующих трасс с рациональным подбором параметров составных закруглений.

Создание и редактирование: осей проездов, границ проезжей части, бровок земляного полотна и т.п. с использованием базовых геометрических элементов наиболее подходящими методами:

из отдельно созданных элементов с последующим их сопряжением многообразными и рациональными способами;

с одновременным построением составляющих трассу элементов;

эквидистантным переносом, инверсией, разделением, "склежкой" ранее построенных трасс.

Разбивка разнообразного пикетажа, в том числе с использованием "рубленных" пикетов различных видов.

Поддержка отдельного и вариантного трассирования с сохранением вариантов для последующего анализа.

Проектирование продольного профиля. Простое и оптимизационное проектирование профиля дороги. Использование при интерактивном проектировании профилей всего многообразия геометрических элементов (прямых, квадратных парабол, сплайнов) в любых необходимых комбинациях. Применение при проектировании профиля методов, аналогичных созданию и редактированию трасс в плане: аппроксимация фрагментов реконструируемого профиля, создание и последующее сопряжение элементов. Проектирование продольного профиля наиболее подходящими методами, в том числе:

полное автоматизированное проектирование;

по секущим с вписыванием кривых;

методом «опорных точек» и «элементов» с учетом ограничений, накладываемых технологией производства работ или особенностями реконструкции дороги.

Динамическая связь проекта продольного профиля с другими пространственными данными исходной модели, обеспечивающая максимальную информативность и учёт всевозможных ограничений, включая координаты и другие параметры пересекаемых топографических объектов, транспортных сооружений, коммуникаций и т.д.

Автоматизированные методы выявления и исправления "трудных" участков проектной линии, например, по критерию не обеспеченной видимости, безопасности движения.

Возможность использования разнообразных информационных и рабочих сеток для отображения параметров, характеристик и свойств проектной линии профиля и проектируемого объекта в целом.

Поддержка вариантного проектирования профиля с сохранением вариантов для последующего анализа.

Проектирование земляного полотна и проезжей части. Проектирование земляного полотна и проезжей части с необходимым количеством и параметрами их элементов: полос движения, обочин, разделительной полосы, тротуаров, переходно-скоростных полос, карманов автобусных остановок и пр. Конструирование поперечного профиля как в интерактивном режиме по поперечным уклонам, так и с использованием шаблонов поперечников. Задание зависимостей от оси (или другой характерной линии) по уклонам. Моделирование разнообразных конструкций отгона виража.

Интерактивное конструирование насыпей и выемок с разнообразными сочетаниями в поперечном профиле откосов переменной крутизны, берм, закуветных полок, подпорных стен. Конструирование земляного полотна на участках раздельного трассирования. Возможность использования редактируемой библиотеки шаблонов, применение типовых решений в зависимости от рабочей отметки земляного полотна.

Проектирование элементов поверхностного водоотвода.

Расчет площадей и объемов элементов земляного полотна и проезжей части.

Генеральный план дороги. Моделирование элементов генерального плана дороги с возможностью использования типовых решений и настраиваемого классификатора. Проектирование сопряжений пересекающихся дорог, различные способы создания и редактирования вертикальной планировки развязок, автобусных остановок, стоянок и т.д. Проектирование (укладка в плане) инженерных коммуникаций, озеленения, элементов обустройства дороги.

Анализ проекта. Анализ вариантов дороги по видимости в плане и профиле и по коэффициентам аварийности. 3D визуализация.

Разбивки. Полная подготовка данных (координат, длин линий, дирекционных углов, параметров закруглений) для выноса трасс в натуру. Создание проекта выноса - формирование ведомостей и чертежей разбивочных работ нескольких видов.

Чертежи. Формирование необходимых чертежей, в том числе плана, продольного профиля, поперечных профилей, совмещенных чертежей. Дополняемая и редактируемая пользователем библиотека шаблонов чертежей.

Ведомости. Формирование комплекта ведомостей, в том числе элементов плана трассы; разбивки оси, других характерных линий; параметров продольного профиля; отгона и разбивки виража.

Вспомогательные подсистемы:

редактор шаблонов чертежей с возможностью создания шаблонов и настройки собственных штампов, координатной сетки, таблиц, рамок и зарамочного оформления, состава и вида подвала чертежей профиля;

генератор отчетов с возможностью модификации состава и вида выходных текстовых документов;

редактор условных знаков;

редактор классификатора, обеспечивающий создание собственных типов объектов, состава семантической информации и условий отображения.

Система Credo 3-го поколения реализована с применением самых современных математических и программно-технологических средств.

Система автоматизированного проектирования «indorcad/road»

7.2. Историческая справка

Система автоматизированного проектирования автомобильных дорог «IndorCAD/Road» развивается с 1991 г. До 2003 г. система разрабатывалась в Инженерном дорожном центре «Индор» (г. Томск) и называлась ReCAD (по аббревиатуре слов реконструкция автомобильных дорог). На начальном этапе развития система ReCAD представляла собой исследовательскую систему, на которой отрабатывались новые подходы и алгоритмы автоматизированного проектирования автомобильных дорог. До 2001 г. система ограниченно применялась в производственной практике в ряде дорожных проектных организаций Западной Сибири.

В 2001 г. была завершена разработка системы ReCAD 3-го поколения под управлением ОС Windows, которая была анонсирована и сертифицирована как программный продукт для массового применения. С этого времени система ReCAD нашла широкое применение в производственной практике в России и в странах СНГ.

В марте 2003 г. система ReCAD была передана для дальнейшего развития в специализированную фирму по разработке программного обеспечения «Индор-Софт. Инженерные сети и дороги», которая наряду с системами автоматизированного проектирования разрабатывает и геоинформационные системы (ГИС). С этого времени система ReCAD была переименована в систему «IndorCAD/Road».

Теоретические основы и практические методы, а также расчетные схемы и алгоритмы для системы «IndorCAD/Road» были разработаны д-ром техн. наук., проф. Г.А. Федотовым, д-ром техн. наук В.Н. Войковым, д-ром техн. наук А.В. Скворцовым, д-ром физ.-мат. наук Б.М. Шумиловым, канд. техн. наук С.П. Крысиным, инженерами С.Р. Люстом, Д.А. Петренко, М.О. Ивановым и др.

Система IndorCAD/Road 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 следует понимать как частный случай реконструкции, то есть в отсутствии фактора учета элементов существующей дороги.

В системе реализован принцип единой модели дороги, то есть любые изменения в одной из проекций дороги (план, продольный и поперечные профили) приведут к немедленным изменениям в других проекциях. Такой подход позволя-

ет получать непротиворечивые проектные решения, дает возможность одновременно корректировать поперечный и продольный профили и обеспечивает организацию коллективной работы над одним проектом.

CARD/1 АВТОДОРОЖНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Дорожное проектирование и геодезия являются ядром CARD/1. Без уникальных решений, разработанных для этих областей, CARD/1 не стал бы тем, чем является на данный момент – одной из лидирующих систем проектирования дорожных объектов.

Если вы работаете над новыми проектами, реконструкцией или проектами ремонта, CARD/1 поможет справиться с любой стадией проектирования дороги. Универсальный интерактивно-графический интерфейс поможет Вам выполнить любую задачу и будет интуитивно понятен.

Огромный набор функций графического проектирования поможет вам проложить трассу дороги, обозначить края, спроектировать продольный профиль, задать поперечные уклоны и ширины. Нет необходимости говорить, что Вы сможете спроектировать поперечный профиль абсолютно любой конфигурации. Фактическая структура дороги может быть сконструирована из поперечных профилей, и она идеально впишется в существующую модель рельефа в соответствии с указанными параметрами. Если вы уже проложили трассу, то нет никаких ограничений в выводе результатов. CARD/1 обладает высокой степенью автоматизации, что дает возможность генерировать планы, чертежи продольных и поперечных профилей, всевозможные ведомости, расчеты объемов и многое другое в соответствии с нормативной документацией. Так же вы можете воспользоваться нашими модулями имитации для того чтобы оценить спроектированную дорогу из глаз водителя: полностью реалистичная модель, позволяющая проверить расстояния видимости, дорожную разметку и расстановку барьерных ограждений.

Основные возможности:

Автомобильные дороги: Базовый пакет

Подготовка топографических планов

Создание и трехмерное представление цифровых моделей рельефа, геологических слоев

Задание собственных атрибутов различным объектам

Трассирование в плане с использованием классических элементов проектирования (прямая, переходная кривая, круговая кривая)

Конструирование примыканий, пересечений и кольцевого движения в автоматизированном режиме с возможностью автоматического обновления при изменении взаимного расположения осей дорог

Мощная инструментарий для проектирования транспортных развязок, дающий неограниченную свободу для создания проектов готовых к строительству

Проектирование проектной линии в продольном профиле классическими элементами. Проектирование продольного профиля с учетом плана, поперечных уклонов, ширин. Увязка продольных профилей различных осей на транспортных развязках

Автоматический перерасчет данных пикетов (например, ширины, попереч-

ные уклоны, продольный профиль) при изменении пикетажа трассы
Ввод неправильных (резанных) пикетов
Проектирование типовых и индивидуальных поперечных профилей с учетом всех данных проекта
Расчет объемов земляных работ, слоев дорожной одежды и т.д.
Создание чертежей плана, продольного и поперечных профилей. Вывод всевозможных ведомостей
Обмен данными в формате DXF и других текстовых форматах
Настройка: Автоматизация
Автоматическое восстановление существующего положения оси дороги в плане по заданным параметрам
Автоматическое построение проектной линии в продольном профиле классическими элементами по заданным предельным параметрам
Автоматическое построение поверхности выравнивающего слоя по заданным параметрам
Использование встроенного языка программирования CardScript для выполнения собственных макросов и расчетных задач (например, проверка соответствия трассы нормам проектирования) в CARD/1.
Настройка: Визуальная оценка
Расчет существующих и требуемых расстояний видимости с учетом плана, продольного профиля и формы поперечного профиля
Расчет и наглядное представление траектории движения транспортного средства в кривой
Визуализация проектного решения с отображением ЦММ, проезжей части, дорожных знаков, автомобилей, расстояний видимости, растительности
Настройка: Растровые материалы
Считывание и сохранение растровых материалов форматов BMP, JPEG, TIFF, GeoTIFF
Ориентирование (в том числе и трансформация) растровых изображений по опознакам
Автоматизированная оцифровка растровых материалов и подготовка данных для построения цифровой модели рельефа
Создание чертежей плана с использованием растровых материалов
Настройка: Расширенная оценка местности
Оценка существующих профилей на основе точек и линий (без использования ЦММ)
Перенос поперечных профилей на другую ось
Настройка: Геодезия
Перенос данных с электронных геодезических приборов в CARD/1
Расчет полигонометрических ходов, тахеометрия, линейные изыскания
Расчет геодезических сетей
Настройка: Автоматическая отрисовка плана
Автоматическая отрисовка плана с условными обозначениями на основе кодировки точек

Надстройка: Лазерное сканирование

Считывание и представление в плане, продольном/поперечном профиле и в 3D виде данных лазерного сканирования

Расчет цифровой модели местности, линий местности в продольном и поперечном профиле по данным лазерного сканирования

МХ

программный комплекс (ПК) МХ, созданный английской компанией Infracsoft.

В 2003 г. компания Infracsoft вошла в состав корпорации «BENTLEY Systems Inc.» – одного из ведущих в мире разработчиков программного обеспечения для гражданского строительства, включая все виды транспортных сооружений. Семейство МХ состоит из следующих приложений:

MXROAD – проектирование автомобильных дорог;

MXRENEW – реконструкция и капитальный ремонт авто-мобильных дорог;

MXURBAN – реконструкция и ремонт городских улиц и дорог с учетом инженерных сетей;

MXRAIL – проектирование и реконструкция железнодорожных путей;

MXSITE – проектирование генеральных планов жилой застройки и промышленных зон;

MXDRAINAGE – проектирование ливневой канализации и трассирование всех видов подземных инженерных сетей;

MXDRAW – генерация чертежей.

Перечисленные приложения широко используются во всем мире для проектирования и реконструкции: автомобильных и железных дорог, городских улиц и дорог, генеральных планов жилых застроек и промышленных зон, аэропортов, объектов горной промышленности и добывающих отраслей, гидротехнических сооружений.

Основу ПК МХ составляет трехмерное моделирование проектируемых объектов. Главной особенностью 3D-моделирования, которое лежит в основе МХ, и принципиально отличает его от других программ, является использование «струн». «Струна»- это 3-х мерная линия любой формы, которой отображаются элементы трехмерной модели съемки, или 3-х мерной проектируемой модели. Каждая струна имеет наименование и связана с определенными характеристиками модели. С помощью струн, используя большой инструментарий, просто и точно создается и редактируется трехмерная проектная модель, выполняется всесторонний анализ этой модели, автоматически генерируются необходимые чертежи и ведомости.

Другой отличительной особенностью ПК МХ является мультисреда. ПК МХ можно использовать как самостоятельное приложение Microsoft Windows или как приложение к двум наиболее популярным средам САПР AutoCAD и MicroStation. МХ-модели, созданные в одной среде, могут быть открыты и использованы другой среде, без какой либо трансляции. Это дает пользователям возможность полного взаимодействия и обмена данными с партнерами, которые

могут использовать разные из перечисленных сред, в том числе за счет платформенно-независимой базы данных. Применение МХ в AutoCAD и МХ в MicroStation дает новые возможности в 3D-моделировании, которые обеспечиваются использованием последних достижений объектно-ориентированной технологии.

Приложения ПК МХ работают с единой базой данных, что позволяет выполнять комплексные проекты – создавать общую проектную модель, такую как проезжая часть улицы с рельсовым транспортом (трамваем), пересечение автомобильной и железной дорог, генплан жилой или промышленной территории т. д.

Программный комплекс МХ в своем составе не имеет программ по решению геодезических задач. Для импорта результатов данных обработки полевых измерений выполнена интеграция программного комплекса МХ с программой RGS (ПК «Румб», Москва). RGS - это простая в освоении и удобная в работе программа для обработки инженерно-геодезических изысканий. Программа RGS позволяет решать задачи по расчету и уравниванию плановых и высотных сетей, обрабатывать данные съемочных работ, производить расчеты для выноса проекта в натуру, вычислять площади участков, создавать топографические планы и т.д. Все работы, производимые в программе, сопровождаются выводом графического изображения результатов расчета. В результате конвертации данных из RGS в МХ получается ЦММ, состоящая из струн с именами, принятыми согласно Правил наименования струн в МХ

Продольный профиль проектируется по точкам перелома уклонов с вписыванием вогнутых и выпуклых кривых. Автоматическая привязка начальной и конечной точки красной линии относительно начала и конца трассы. Большие возможности редактирования профиля: изменение радиуса или длины выпуклой (вогнутой) кривой; изменение параметров точки перелома ее отметки, пикетажное положение. Так же можно дополнительно подгрузить сечение дополнительных поверхностей, создать, так называемый, коллинеарный профиль.

Способ быстрого проектирования удобно использовать для предварительного проектирования, например, на стадии ПДП, при обосновании инвестиций или на стадии согласования, для улиц и дорог с несложной геометрией.

Детальный способ проектирования имеет больше инструментов и возможностей для проектирования. Он включает три метода проектирования оси в плане и продольном профиле: метод построения элементами, метод вершин и метод сплайнов. Метод элементов заключается в построении оси в продольном профиле из прямых, круговых кривых, а при проектировании в плане еще используются различные виды переходных кривых. Переходные кривые могут быть рассчитаны по формуле клотоиды, Блосс, кубической или биквадратичной параболы. Метод вершин заключается в построении вершин трассы с последующим вписыванием кривых: в плане – вершины углов поворота, в продольном профиле – точки перелома уклона. Метод сплайнов основывается на построении непрерывной, плавной кривой между заданными точками.

Детальный способ проектирования используется при построении оси дороги со сложной геометрией (кривая без круговой кривой, S и C образные кривые, сер-

пантины, проектирование двух поворотов без прямой вставки и т.д.), при создании трассы в стесненных условиях, если есть необходимость привязки к конкретным объектам, выполнение особых условий проектирования.

При проектировании плана и продольного профиля, можно пользоваться разными методами и способами проектирования. Проектируя, например методом вершин, можно перейти в метод элементов и запроектировать участок дороги, затем продолжить методом вершин. Если ось трассы была запроектирована быстрым способом, то можно внести изменения в детальном способе и наоборот. Все это ускоряет процесс проектирования, снижая трудоемкость проектных работ.

В детальном способе, так же можно строить так называемые коллинеарные профили. Это позволяет добавлять сечения других поверхностей, например, существующей улицы или дороги, отобразить пересечение проектной оси с другими объектами, например, коммуникациями, или просмотреть сечение рельефа с отступом от основной оси.

При создании продольного профиля оси автомобильной дороги, учитывается не только поверхность земли, но и геологическое строение территории. Для получения инженерно-геологических данных для МХ используется программа CADGEO (ЗАО «ЕМТ Р»). Данный программный продукт предназначен для обобщения, анализа и интерпретации инженерно-геологических данных. Функциональные возможности позволяют получить нормативные и расчетные характеристики грунтов в соответствии с требованиями нормативных документов, выводить графические материалы, в виде инженерно-геологических карт, разрезов, колонок и графиков. Интеграция двух программ позволяет пользователю принять правильное проектное решение с учетом напластования грунтов.

Для построения проезжей части используется библиотека, где имеются шаблоны с разделительной полосой и без нее. Если необходимо создать индивидуальный вариант, например, для левоповоротного или правоповоротного съезда, тогда создается новый шаблон с теми параметрами, которые необходимы пользователю. Надо отметить, что выбранный тип проезжей части может строиться не только относительно всей оси, но и по участкам. При этом происходит автоматическое соединение элементов проезжей части в плане с учетом проектных отметок, линейно либо плавно по реверсивной кривой.

В программе имеется возможность автоматического отгона виража. После ввода необходимых значений и выбора схемы, по которой будет производиться расчет, программа укажет на наличие ошибок и предложит внести корректировки или согласится с результатами.

Программа МХ не производит расчет дорожной одежды. Для получения данных о типе и конструкции дорожной одежды выполнена интеграция ПК МХ с программным продуктом ДОР-ПРО (фирма ДОРЭКС, г. Москва). Программа предназначена для конструирования дорожной одежды, расчета на прочность и усталость, вычисление параметров подвижной нагрузки, проектирование устройств осушения, при этом имеется база данных, необходимых для проектирования. При разработке ДОРПРО были учтены все требования и

Системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог

Применение программного комплекса MXROAD при проектировании автомобильных дорог

Семейство программных комплексов (ПК) MX было создано английской компанией Infracsoft (в 2003 году она вошла в состав корпорации Bentley Systems, Inc. — одного из ведущих разработчиков ПО для гражданского строительства) для решения проектных задач в транспортном и гражданском строительстве. Эти программы широко используются во всем мире для проектирования и реконструкции автомобильных и железных дорог, городских улиц и дорог, генеральных планов жилых застроек и промышленных зон, аэропортов, объектов горной промышленности и добывающих отраслей, а также гидротехнических сооружений.

Принцип работы ПК MX основан на применении уникальной технологии струнного проектирования. С помощью струн и большого набора инструментария просто и точно создается и редактируется трехмерная проектная модель, выполняется всесторонний анализ этой модели и автоматически генерируются необходимые чертежи и ведомости.

ПК MX работает с единой базой данных, что позволяет выполнять комплексные проекты — создавать общую проектную модель пересечения автомобильной и железной дорог, автомобильной дороги, а также генплана.

Комплекс MX может работать на любой платформе: Windows, AutoCAD или MicroStation. Проекты, сделанные, например, под MicroStation, могут использоваться под Windows и AutoCAD без конвертации данных, при этом все внесенные изменения проекта передаются в соответствующий файл модели.

Семейство MX состоит из следующих программных комплексов:

MXROAD — проектирование автомобильных дорог;

MXRENEW — реконструкция и капитальный ремонт автомобильных дорог;

MXURBAN — реконструкция и ремонт городских улиц и дорог с учетом инженерных сетей;

MXRAIL — проектирование и реконструкция железнодорожных путей;

MXSITE — проектирование генеральных планов жилых застроек и промышленных зон;

MXDRAW — генерация чертежей.

Исходные данные

В программный комплекс MX не входят программы по решению геодезических задач. Для импорта результатов данных обработки полевых измерений выполнена интеграция программного комплекса MX с программой RGS (ПК «Румб», Москва). RGS — это простая в освоении и удобная в работе программа для обработки инженерно-геодезических изысканий. Программа RGS позволяет решать задачи по расчету и уравниванию плановых и высотных сетей, обрабатывать данные съемочных работ, производить расчеты для выноса проекта в натуру, вычислять площади участков, создавать топографические планы и т.д. Все работы, производимые в программе, сопровождаются выводом графического изображения результатов расчета. После конвертации данных из RGS в MX получается ЦММ, состоящая из струн с именами, принятыми согласно правилам наименования струн в MX.

В программном комплексе МХ могут также использоваться данные инженерно-геодезических изысканий, полученные из других программ: Autodesk Land Desktop, Eagle Point, CREDO и др. ПК МХ читает данные из файлов форматов: dxf, txt, inp, xml, dat, sdf.

Программный комплекс МХ позволяет отобразить модель в горизонталях, произвести анализ по высоте и уклону в заданном диапазоне, определить ориентацию склонов, плоские участки или крутые склоны, просмотреть направление стока, построить сечение местности по двум точкам, вывести треугольники триангуляции.

Проектирование оси трассы можно производить двумя способами: быстрым и детальным. Быстрое проектирование позволяет строить ось трассы в плане по вершинам угла поворота, назначая их графически, задавать координаты с клавиатуры или откладывать вершину угла по азимуту и расстоянию. При этом в настройках задается величина радиуса закругления и переходных кривых, что позволяет автоматически вписывать кривые с этими данными, которые в процессе могут изменяться. Существует возможность редактирования оси: удалять или добавлять вершины углов поворота, менять положение в пространстве не только вершин углов, но и начала и конца трассы, в произвольном направлении или по направляющему азимуту.

Продольный профиль проектируется по точкам перелома уклонов с вписыванием вогнутых и выпуклых кривых. ПК МХ позволяет производить автоматическую привязку начальной и конечной точек красной линии относительно начала и конца трассы; редактировать профиль: изменять радиусы или длины выпуклой (вогнутой) кривой, изменять параметры точек переломов. Кроме того, можно подгрузить сечение дополнительных поверхностей, то есть создать так называемый коллинеарный профиль.

Способ быстрого проектирования удобно использовать при проектировании дорог с несложной геометрией, а также при предварительном проектировании — для обоснования инвестиций или на стадии согласования.

При детальном способе проектирования предусмотрено больше инструментов и возможностей для проектирования, включая методы построения элементами, вершинами и сплайнами. Метод элементов заключается в построении оси с помощью прямой, круговой и переходной кривых. Переходная кривая может быть рассчитана по формуле клотоиды, по кривой Блосс, по кубической или биквадратичной параболе, а также по синусоиде. Метод вершин заключается в построении по вершинам: для плана — по вершинам углов поворота, для продольного профиля — по точкам перелома уклона. Метод сплайнов основывается на построении непрерывной плавной кривой между заданными точками.

Детальный способ проектирования используется при построении оси дороги со сложной геометрией (кривая без круговой кривой, S- и C-образные кривые, серпантины, проектирование двух поворотов без прямой вставки и т.д.), при создании трассы в стесненных условиях, если есть необходимость привязки к конкретным объектам, а также при выполнении особых условий проектирования.

При проектировании плана и продольного профиля можно пользоваться разными методами и способами проектирования. Проектируя, например, методом вершин, можно перейти в метод элементов и запроектировать участок дороги, а затем вернуться к методу вершин. Если была запроектирована ось трассы быстрым способом, то можно внести изменения в детальном способе, и наоборот. Все это ускоряет процесс проектирования, снижая трудоемкость проектных работ.

При детальном проектировании, возможно создавать коллинеарный профиль, добавлять сечения других поверхностей, например существующей дороги, отображать пересечение проектной оси с другими объектами, например коммуникациями, или просматривать сечение рельефа с отступом от основной оси.

При создании продольного профиля оси автомобильной дороги учитывается не только поверхность земли, но и геологическое строение территории. Для получения инженерно-геологических данных для МХ используется программа CADGEO (ЗАО «ЕМТ Р»). Данный программный продукт предназначен для обобщения, анализа и интерпретации инженерно-геологических данных. Функциональные возможности позволяют получить нормативные и расчетные характеристики грунтов в соответствии с требованиями нормативных документов, выводить графические материалы в виде инженерно-геологических карт, разрезов, колонок и графиков. Интеграция двух программ дает пользователю возможность принять правильное проектное решение с учетом напластования грунтов.

Особенности проектирования

При построении правоповоротных и левоповоротных съездов необходима точная привязка осей к элементам главных дорог. Это можно сделать при помощи привязки к объекту. Программа автоматически определяет ближайшую точку на элементе и использует ее в построении. При построении продольного профиля удобно использовать коллинеарный профиль, где будут отображены сечения не только поверхности земли, но и поверхности главных дорог, к которым необходимо произвести плавное сопряжение съездов.

Для построения проезжей части применяется библиотека шаблонов проезжей части, где имеются варианты с разделительной полосой и без нее. При необходимости можно создать индивидуальный шаблон, например для левоповоротного или правоповоротного съезда. Нужно отметить, что выбранный тип проезжей части может строиться как относительно всей оси, так и по участкам. При этом происходит автоматическое соединение элементов проезжей части в плане с учетом проектных отметок — линейно либо плавно по реверсивной кривой.

В программе имеются возможности автоматического отгона виража, который выполняется после ввода необходимых значений, и выбора схемы, по которой будет производиться расчет. После окончания операции программа укажет на наличие ошибок и предложит внести корректировки или согласится с полученным результатом.

Проектирование уширения проезжей части выполняется в диалоговом режиме. Последовательно появляются три окна, в которых нужно выбрать и установить соответствующие параметры для уширения. После этого происходит изменение проезжей части по заданным параметрам. Данная функция удобно исполь-

зовать для быстрого создания полос торможения и разгона перед съездом и после него.

Существует два варианта построения обочин. Первый вариант применяется при проектировании трассы с простыми обочинами — для построения достаточно задать ширину и уклон обочины. Если обочина имеет несколько уклонов или существуют дополнительные элементы (бордюры, тротуары), используется второй способ. Здесь, как и в случае проезжей части, имеется библиотека шаблонов. Можно создавать и индивидуальные варианты обочин. Обочины будут образованы с учетом всех особенностей дороги, повторяя изменения проезжей части. При необходимости можно запроектировать по одной трассе разные обочины и тротуары по участкам или относительно стороны оси.

Для построения откосов земляного полотна используется библиотека конструкций откосов с возможностью редактирования и создания новых элементов. Откосы насыпи задаются отдельно от откосов выемки. Программа, анализируя проектную ось, автоматически определяет, где имеется выемка, а где насыпь, и производит соответствующие построения. Откос повторяет форму бровки, что очень важно, когда строится откос на примыканиях съездов к основной дороге.

Программа МХ не производит расчета дорожной одежды — для получения данных о типе и конструкции дорожной одежды выполнена интеграция ПК МХ с программным продуктом ДОРПРО (фирма ДОРЭКС, Москва). Данная программа предназначена для конструирования дорожной одежды, расчетов на прочность и усталость, вычислений параметров подвижной нагрузки, проектирования устройств осушения; имеется база данных, необходимых для проектирования. При разработке ДОРПРО были учтены все требования и рекомендации ОДН 218.046-01 «Проектирование нежестких дорожных одежд».

В программе МХ можно задавать разные дорожные одежды не только по длине дороги, но и в зависимости от элемента. Например, если на проезжей части — одна конструкция, на обочине — другая, на тротуаре — третья, то все эти конструкции будут учитываться при подсчете объемов работ.

Объемное моделирование позволяет после окончания проектирования проверить объект. Можно произвести заливку или нанести текстуру. Это дает возможность выявить точки с резко отличающимися отметками или без отметок. Кроме того, можно создавать изображения будущего объекта для передачи заказчику. При визуализации объекта используется так называемая динамическая перспектива, позволяющая имитировать движение автомобиля по данной дороге и производить контроль качества принятых проектных решений.

При работе с программным комплексом IndorCAD удастся решить множество технических задач которые были ранее недоступны или требовали большего времени. Особенно хочется обратить внимание на удобный интерфейс программы. Ранее наш институт пользовался программным комплексом CREDO но с «приходом» IndorCAD все приложения CREDO были благополучно забыты. Программа постоянно модернизируется, появляются дополнительные модули и возможности что несомненно радует.

IndorCAD/Road: Система проектирования автомобильных дорог

Назначение:

Система проектирования автомобильных дорог IndorCAD/Road предназначена для проектирования строительства, реконструкции и ремонта улиц и дорог; проектирования транспортных развязок и разработки проектов организации движения.

Функции:

Обработка данных инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий; векторизация растровых картографических материалов.

Построение и анализ цифровых моделей рельефа и местности.

Проектирование плана автомобильной дороги.

Разработка плана организации рельефа и плана земляных масс.

Проектирование продольного профиля автомобильной дороги, водоотводных и нагорных канав.

Проектирование поперечного профиля автомобильной дороги.

Разработка схемы расположения технических средств организации дорожного движения.

Разработка плана благоустройства дороги.

Проектирование ремонтов улиц и дорог.

Объёмная визуализация автомобильной дороги.

Работа в системе IndorCAD/Road начинается с подготовки цифровой модели местности (ЦММ). Инструменты для её создания полностью совпадают с таковыми в других продуктах линейки IndorCAD. Так, для обработки данных инженерно-геодезических изысканий предназначен модуль Survey «Геодезический редактор». Если данные уже обработаны, то возможен их непосредственный импорт через обменные форматы файлов (поддерживаются форматы различных геодезических приборов, файлы GPS-съёмки, обменный формат CREDO, множество растровых форматов, DXF-файлы, шейп-файлы ESRI, текстовые файлы с координатами точек и пр.). К проекту возможно подключение растровых картографических изображений с точной координатной привязкой (с помощью модуля Rasters «Трансформация растров»).

В IndorCAD/Road встроены инструменты для обработки данных инженерно-геологических изысканий. Введённые сведения по геологическим колонкам отображаются на плане и профилях. По колонкам формируются чертежи и ведомости.

На основе обработанных геодезических данных автоматически формируется ЦММ. Имеется возможность её ручного редактирования, отображения различными способами (изолиниями, изоконтурными, светотеневой закраской «псевдо-трёхмерно», уклонами) для визуального анализа и подготовки плана к печати.

Системы линейки IndorCAD разработаны с применением самых современных геометрических алгоритмов, позволяющих работать с очень детальными моделями рельефа, состоящими из сотен тысяч точек, на среднем по мощности компьютере. При добавлении новых точек модель рельефа мгновенно перестраивается и не требует от пользователя никаких дополнительных действий.

IndorCAD/Road позволяет работать сразу с несколькими поверхностями (моделями рельефа). Например, в систему можно ввести сведения о рельефе до строительства, проектное решение и данные исполнительной съёмки, после чего можно определить проектные и реально выполненные объёмы земляных работ. Аналогично можно провести многовариантное проектирование и выбрать наилучшее решение с минимальной стоимостью работ.

Трассирование автомобильных дорог в плане в САПР IndorCAD/Road может выполняться как традиционными геометрическими элементами (прямыми, дугами, клотоидами), так и наиболее современными инструментами: кривыми Безье и сплайнами.

Проектирование продольного профиля можно выполнять классическим (прямыми и дугами) или сплайновым методом. Во втором случае вначале выполняется закрепление (ограничение сверху, снизу или с обеих сторон) отдельных точек проектной линии, а затем запускается оптимизационный процесс, минимизирующий объёмы земляных работ с учётом заданных ограничений на радиусы кривизны профиля.

Для упрощения проектирования верха земляного полотна в IndorCAD/Road включено несколько уникальных инструментов, позволяющих автоматически создать геометрию проезжей части, обочин, разделительных полос, бордюров. Всего одной командой можно запроектировать отгоны виражей, автобусные карманы, переходно-скоростные полосы, а также целые перекрёстки и транспортные развязки. При этом все проектируемые виражи постоянно проверяются на соответствие расчётной скорости, при необходимости предупреждая инженера об ошибках.

Трёхмерная визуализация проекта транспортной развязки в системе IndorCAD/Road

Для формирования конструкции поперечного профиля и дорожной одежды в IndorCAD/Road можно использовать готовые встроенные библиотеки типовых поперечных профилей и конструкций дорожной одежды, либо создать собственные решения произвольной сложности. В процессе проектирования в профилях отображаются все проходящие рядом инженерные коммуникации, а также смежные трассы. После проектирования можно рассчитать объёмы земляных работ, дорожной одежды, площади откосов.

В IndorCAD/Road можно одновременно работать с планом, продольным и поперечным профилями, в окне верха земляного полотна, а также в окне трёхмерного вида. Вносимые инженером изменения немедленно учитываются сразу во всех проекциях.

Для разработки схем расположения технических средств организации дорожного движения в САПР IndorCAD/Road имеются инструменты для проектирования дорожной разметки (с помощью модуля RoadMarking «Дорожная разметка»), дорожных и сигнальных знаков (с помощью модуля RoadSigns «Дорожные знаки»), дорожных ограждений, направляющих устройств и светофоров.

При необходимости в IndorCAD/Road можно также разработать сводный план инженерных сетей (с помощью модуля Utilities «Инженерные коммуника-

ции») и план благоустройства территории (озеленение, размещение малых архитектурных форм и пр.)

После выполнения основных шагов проектирования IndorCAD/Road формирует комплект чертежей и ведомостей в формате системы подготовки чертежей IndorDraw и табличного редактора Microsoft Excel в соответствии с требованиями ГОСТ Р 21.1701—97 «Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог». При необходимости сформированное проектное решение также можно передать в Autodesk AutoCAD.

В систему IndorCAD/Road встроена уникальная подсистема трёхмерной визуализации, позволяющая наглядно оценить проектное решение и существенно упростить подготовку презентационных материалов. Важно отметить, что объёмная модель строится автоматически по введённым данным и не требует от инженера навыков трёхмерного моделирования. Все помещаемые на план объекты (дороги, светофоры, дорожные знаки, деревья, здания, водоёмы, леса, мосты, ограждения, ЛЭП, трубопроводы и пр.) сразу же отображаются в трёхмерном виде.

В окне трёхмерного вида можно симитировать проезд по автомобильной дороге (вид с точки зрения водителя) для выявления мест с ограниченной видимостью или полетать над местностью (как на вертолёте) для общей визуальной оценки проектного решения. Заезд (залёт) можно записать в виде видеоролика (в файле формата AVI), который в дальнейшем может быть просмотрен на любом компьютере без использования системы IndorCAD.

CREDO

Общие сведения

За время своего развития комплекс программных продуктов CREDO прошел путь от системы проектирования нового строительства и реконструкции автомобильных дорог (САПР КРЕДО) до многофункционального комплекса, обеспечивающего автоматизированную обработку данных в геодезических, землеустроительных работах, инженерных изысканиях, подготовку данных для различных геоинформационных систем, создание и инженерное использование цифровых моделей местности, автоматизированное проектирование объектов транспорта, генеральных планов объектов промышленного и гражданского строительства.

В настоящее время комплекс CREDO состоит из нескольких крупных систем и ряда дополнительных задач, объединенных в технологическую линию обработки информации в процессе создания различных объектов от производства изысканий и проектирования до эксплуатации объекта. Каждая из систем комплекса позволяет не только автоматизировать обработку информации в различных областях (инженерно-геодезические, инженерно-геологические изыскания, проектирование и другие), но и сформировать единое информационное пространство, описывающее исходное состояние территории (модели рельефа, ситуации, геологического строения) и проектные решения создаваемого объекта.

Комплекс ПП CREDO:

CREDO ДОРОГИ

(проектирование автомобильных дорог, городских улиц и магистралей)

CREDO ГЕНПЛАН

(проектирование генеральных планов промышленных и гражданских объектов)

CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

(обработка площадных и линейных инженерно-геодезических изысканий)

CREDO ТОПОПЛАН

(создание цифровой модели местности и выпуск топографических планов)

CREDO СИТУАЦИОННЫЙ ПЛАН

(ведение учетных и дежурных планов разного назначения)

CREDO ОБЪЕМЫ

(расчеты объемов земляных работ, ведение календарных графиков добычи и хранения сырья, строительных материалов)

CREDO КОНВЕРТЕР

(обмен данными по цифровой модели местности)

CREDO_DAT 4.0

(камеральная обработка наземных и спутниковых геодезических данных)

CREDO_DAT 3.1

(инженерная геодезия)

ЗЕМПЛАН 3.4

(формирование землеустроительных документов)

CREDO ТРАНСКОР

(преобразование координат)

CREDO НИВЕЛИР

(обработка геометрического нивелирования)

ГЕОСМЕТА - ГЕОДЕЗИЯ

(расчет стоимости инженерно-геодезических изысканий и подготовка сметной документации)

ГЕОСМЕТА - КОМПЛЕКС

(расчет стоимости инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-экологических изысканий и подготовка сметной документации)

CREDO ТРАНСФОРМ 3.1

(трансформация растровых картматериалов)

CREDO ДИСЛОКАЦИЯ

(Размещение технических средств организации движения)

CREDO_GEO

(объемная геологическая модель)

CREDO_GEO КОЛОНКА

(инженерно-геологическая колонка)

CREDO_GEO ЛАБОРАТОРИЯ

(обработка инженерно-геологических данных)

РАДОН 3.0

(автоматизированное конструирование и расчет дорожных одежд нежесткого типа)

ТРУБЫ

(конструирование водопропускных труб)

ГРИС
(гидравлический расчет труб и малых мостов)
РАБС
(автоматизированное проектирование состава асфальтобетонных смесей)
ЖЕЛДОРПЛАН
(расчет переустройства (выправки) плана железнодорожного пути)
ЗНАК 5.0
(проектирование индивидуальных дорожных знаков)
ОТКОС
(устойчивость откосов земляного полотна)
МОРФОСТВОР
(расчет морфоствора)
МОСТ
(проектирование мостовых сооружений)
ОСАДКА
(осадка насыпи на слабом основании)
ГИДРО
(проектирование водоотводных устройств)
УВС
(оценка загрязнения водной среды)

2.2 Credo DAT – камеральная обработка инженерно-геодезических данных

Назначение: проектирование строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог и транспортных развязок, включая дороги общего пользования, городские улицы и дорог всех технических категорий, промышленных, подъездных, промысловых и внутрихозяйственных.

Область применения: проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог.

Исходные данные: цифровая модель местности участка проектирования, подготовленная в системах на платформе Credo III: Credo Топоплан, Credo Линейные Изыскания, Credo Генплан; цифровая модель местности участка проектирования, подготовленная в системах Credo II: Credo_TER, Credo_MIX; данные геологического строения полосы проектируемой дороги, созданные в системе Credo Линейные Изыскания; данные, подготовленные в системе Credo_DAT; текстовые файлы типа CXYZ, данные в формате DXF; черно-белые и цветные растровые файлы карт, планов, аэрофотоснимков в форматах *.bmp, *.pcx, *.tif, *.gif, а также файлы формата *.tmd, подготовленные в программе Трансформ.

Основные функции:

распределение данных проектируемого объекта по отдельным разделам проекта, по стадиям выполнения, по составу элементов либо в необходимой для пользователя комбинации;

работа со сложно организованными объектами с использованием базы данных, возможность их коллективной обработки;

формирование ЦММ с использованием существующих картматериалов, представленных в виде растровых или векторных данных;

интерактивное создание и редактирование трассы дороги с использованием разнообразных способов трассирования: на основе элементов базовой геометрии, в том числе, аппроксимацией для отдельных участков; вписывание в вершины углов составных закруглений с одновременным построением трассы и составляющих ее элементов, эквидистантным переносом уже существующих участков трассы, разделением, «склежкой» ранее построенных участков трасс. Предусмотрена также прокладка трасс в стесненных и сложных условиях, например, в горной местности или при реконструкции дорог;

поддержка раздельного трассирования прямого и обратного направлений для дорог высоких категорий с разделительной полосой;

разбивка пикетажа для городских и загородных дорог с учетом неправильных (рубленных) пикетов, настройка шага пикетажа;

создание вершин углов, редактирование подписей, разделение и объединение ВУ с возможностью вывода параметров трассы в ведомости углов поворота прямых и кривых, элементов плана трассы и разбивки закруглений;

анализ проекций дороги посредством одновременной визуализации развернутого плана, продольного и поперечного профилей, в т.ч. с геологией;

выборка ширин и уклонов проезжей части и обочин существующей дороги в ведомость параметров по черным поперечникам;

проектирование продольного профиля различными методами: с использованием оптимизационных решений, интерактивное конструирование проектного профиля с вписыванием прямых, парабол или сплайнов. Вывод параметров профиля в ведомости;

расчет линии руководящих отметок с учетом технологии производства работ и слоев усиления покрытия на участках ремонта; по условиям незаносимости насыпи снегом, возвышения над источниками увлажнения насыпи на участках нового строительства дороги;

проектирование дорожного полотна с настройками состава и параметров конструктивных полос проезжей части, обочины и разделительной полосы, возможность включения бортов, упоров, лотков, технологических тротуаров, пешеходных дорожек с выводом в адресные ведомости. Описание конструкции дорожной одежды каждого элемента. Создание ведомости по ширинам и уклонам проезжей части и обочин, получение ведомости отметок низа подстилающего слоя;

моделирование разнообразных конструкций отгона виража, использование для их анализа графиков кривизны, расчетной скорости, центробежного ускорения, коэффициента поперечной силы;

проектирование откосов насыпей, выемок и кюветов с автоматическим подбором в зависимости от рабочей отметки соответствующего шаблона, включающего откосы переменной крутизны, бермы, закюветные полки, и др.;

проектирование элементов продольного водоотвода: кюветы, канавы, банкеты, нагорные канавы. Индивидуальное проектирование профилей кюветов методом редактирования профиля, полученного расчетом, автоматический расчет укрепления кюветов с учетом уклона;

расчеты всех технологических объемов работ по поперечникам – земляные, укрепительные, планировочные, устройство дорожной одежды. При ремонтных мероприятиях дополнительный расчет срезки существующей насыпи, ровиков уширения и срезки обочин, предварительного фрезерования, многослойного либо общего выравнивания, подломки кромок и т.д.; вывод в ведомости результатов расчета с заданным шагом;

расчет объемов насыпи\выемки между поверхностями в плане различными методами: для всей перекрывающейся поверхности слоев, в пределах участка, ограниченного произвольно указанным контуром, в пределах региона или площадного объекта, в полосе вдоль линейных объектов. Создание картограммы объемов насыпи\выемки, формирование по результатам расчетов общей ведомости объемов работ или ведомостей по сетке квадратов либо с заданным шагом вдоль трассы;

анализ проекта дороги по видимости в профиле, несоответствию требованиям уклонов и радиусов проектного профиля, расчет ровности IRI с возможностью создания ведомостей;

получение цифровой модели проектируемого участка дороги с настройкой параметров экспорта, а также возможность получения поверхностей по слоям дорожной одежды;

расчет и формирование границ постоянного отвода земель;

просмотр трехмерного изображения поверхностей в статическом и динамическом режимах;

проектирование горизонтальной и вертикальной планировки развязок, автобусных остановок, стоянок и других элементов генерального плана дороги. Укладка инженерных коммуникаций и проектирование элементов обустройства дороги;

выборка тематических объектов классификатора и их семантических свойств по площадке, вдоль трассы и пересекающихся с трассой, что дает возможность создавать такие ведомости как ведомость рубки деревьев и кустарника, дорожных знаков, ограждений и проч.;

формирование и вывод на печать чертежей плана, продольного и поперечных профилей, совмещенных чертежей с использованием библиотеки шаблонов чертежей и сеток;

формирование и печать разнообразных ведомостей по шаблонам, настраиваемым пользователем.

CREDO ДОРОГИ

Назначение: проектирование нового строительства и реконструкции загородных автомобильных дорог всех технических категорий, транспортных развязок, городских улиц и магистралей.

Область применения: проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог.

Исходные данные: цифровая модель местности участка проектирования, подготовленная в системах на платформе CREDOIII: CREDO ТОПОПЛАН, CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ, CREDO ГЕНПЛАН; цифровая модель местности участка проектирования, подготовленная в системах CREDO II: CREDO_TER, CREDO_PRO, CREDO_MIX; данные геологического строения полосы проектируемой дороги, созданные в системе CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ; данные, подготовленные в системе CREDO_DAT; текстовые файлы типа CXYZ, данные в формате DXF; черно-белые и цветные растровые файлы карт, планов, аэрофотоснимков, подготовленные в программе ТРАНСФОРМ.

Основные функции:

распределение данных проектируемого объекта по отдельным разделам проекта, по стадиям выполнения, по составу элементов либо в необходимой для пользователя комбинации;

работа со сложно организованными объектами с использованием базы данных, возможность их коллективной обработки благодаря Менеджеру проектов;

формирование ЦММ с использованием существующих картматериалов, представленных в виде растровых или векторных данных;

интерактивное создание и редактирование трассы дороги с использованием разнообразных способов трассирования: из базовых геометрических элементов, в том числе, аппроксимацией для отдельных участков; вписывание в вершины углов составных закруглений: с одновременным построением трассы и составляющих ее элементов, эквидистантным переносом уже существующих участков трассы, разделением, «склежкой» ранее построенных участков трасс. Прокладка трасс в стесненных и сложных условиях, например, в горной местности или при реконструкции дорог;

поддержка отдельного трассирования прямого и обратного направлений для дорог высоких категорий с разделительной полосой;

разбивка пикетажа для городских и загородных дорог с учетом неправильных (рубленых) пикетов, настройка шага пикетажа;

создание вершин углов с возможностью редактирования подписей, разделением и объединением ВУ;

анализ проекций трассы посредством одновременной визуализации развернутого плана продольного и поперечного профилей с геологией;

проектирование продольного профиля различными методами: с использованием оптимизационных решений, интерактивное конструирование проектного профиля с вписыванием прямых, парабол или сплайнов;

расчет линии руководящих отметок с учетом технологии производства работ и выравнивания покрытия на участках ремонта, с учетом незаносимости насыпи снегом, возвышения над источниками увлажнения насыпи на участках нового строительства дороги;

проектирование дорожного полотна с настройками состава и параметров конструктивных полос проезжей части, обочины и разделительной полосы, воз-

возможность включения бортов, технологических тротуаров, пешеходных дорожек. Описание конструкции дорожной одежды каждого элемента;

моделирование разнообразных конструкций отгона виража, использование для их анализа графиков кривизны, расчетной скорости, центробежного ускорения, коэффициента поперечной силы;

проектирование откосов насыпей, выемок и кюветов с автоматическим подбором в зависимости от рабочей отметки соответствующего шаблона, включающего откосы переменной крутизны, бермы, закюветные полоки, и др.;

проектирование элементов продольного водоотвода: кюветы, канавы, банкеты;

проектирование горизонтальной и вертикальной планировки развязок, автобусных остановок, стоянок и других элементов генерального плана дороги. Укладка инженерных коммуникаций и элементов обустройства дороги;

расчет объемов насыпи\выемки между поверхностями различными методами: для всей перекрывающейся поверхности слоев, в пределах участка, ограниченного произвольно указанным контуром в пределах региона или площадного объекта, в полосе вдоль линейных объектов. Создание картограммы земляных масс, формирование по результатам расчетов общей ведомости объемов работ или ведомостей по сетке квадратов либо с заданным шагом вдоль трассы;

расчеты всех технологических объемов работ:

для нового строительства: земляные, укрепительные, планировочные, устройство дорожной одежды, устройство подстилающего слоя;

с учетом ремонтных мероприятий: предварительного фрезерования, многослойного либо общего выравнивания, подломки кромок и т.д.;

анализ проекта дороги по видимости в плане и профиле, несоответствию требованиям уклонов и радиусов проектного профиля и др.;

формирование и печать чертежей плана, продольного и поперечных профилей, совмещенных чертежей с использованием библиотеки шаблонов чертежей;

формирование и печать ведомостей: углов поворота прямых и кривых, элементов плана трассы, разбивки закруглений, различных ведомостей по профилю дороги.

Экспорт:

чертежной модели проекта в файлы формата DXF, экспорт точек в файлы формата TXT;

использование созданной цифровой модели проекта в других системах CREDO III для решения различных задач;

использование созданной цифровой модели проекта в программе CREDO КОНВЕРТЕР для дальнейшего экспорта в форматы САПР и ГИС систем сторонних производителей.

Результаты:

трехмерная цифровая модель проекта;

чертежи, в том числе, плана, продольного профиля, поперечных профилей; ведомости и таблицы в формате RTF .

Вспомогательные подсистемы:

редактор шаблонов чертежей с возможностью создания шаблонов и настройки собственных штампов, состава и вида подвала (сетки) чертежей продольных и поперечных профилей;

редактор ведомостей с возможностью модификации состава и вида выходных текстовых документов;

редактор символов для формирования условных знаков;

редактор классификатора, обеспечивающий создание условных знаков с отображением их в соответствии с настройками в плане, а также продольном и поперечном сечениях на разрезе, собственных типов тематических объектов, собственного состава семантической информации и собственных условий генерализации;

редактор линий и штриховок для формирования индивидуальных типов линий и штриховок;

Внутренние форматы данных: формат CREDO, файлы типа PRX для обмена данными между базами данных.

Характеристика интерфейса: стандартный интерфейс Windows. Язык русский с возможностью настройки выходных форм на любом языке, поддерживаемом Windows.

2.3 CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ



Назначение: создание цифровой модели местности инженерного назначения и обработка данных линейных изысканий.

Области применения: полосные и площадные инженерные изыскания объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства, подготовка информации для кадастровых систем (наземные методы сбора), создание цифровых моделей местности, ведение дежурных планов.

Исходные данные: данные, подготовленные в системах CREDO III. Чтение данных CREDO_TER, CREDO_PRO, CREDO_MIX, CREDO_DAT, текстовые файлы типа CXYZ, данные в формате DXF. Черно-белые и цветные растровые файлы карт, планов, аэрофотоснимков, подготовленные в программе ТРАНСФОРМ.

Организация данных. Полный набор данных на территорию формируется в иерархической структуре проектов, позволяющих размещать данные либо по площадным единицам (например, по планшетам), либо по составу (ситуация, рельеф, коммуникации и т.д.), либо в необходимой для пользователя комбинации площадных участков и состава. В свою очередь, проекты формируются из иерархически организованных слоев с редактируемыми свойствами. Обеспечивается врезка, вырезка участков модели. Менеджер проектов обеспечивает работу в базе

данных с большими, сложно организованными объектами и осуществление их коллективной обработки. Обеспечивается линейная трансформация модели.

Основные функции:

формирование точечных, площадных и линейных топографических объектов на основе классификатора с семантическим наполнением и отображением условными знаками и информационными блоками (типа характеристики древостоя, водотоков, подписи скважин) в соответствии с масштабом генерализации;

создание объектов ситуации с использованием разнообразных методов координатной геометрии: точек, дуг, прямых, окружностей, клотоид, сплайнов;

обработка засечек, обмеров, створных измерений;

создание, просмотр, редактирование продольных профилей (высотного положения) линейных тематических объектов (в т.ч. подземных и наземных коммуникаций);

поддержка однострочного и многострочного текста;

измерения линий, углов и уклонов, площадей;

вывод информации по семантике топографических объектов;

построение цифровой модели рельефа нерегулярной сеткой треугольников с использованием структурных линий. Отображение рельефа горизонталями с возможностью отображения отдельных участков различными видами (дополнительные, полугоризонталы) и различной высотой сечения рельефа. Качественные подписи горизонталей и построение бергштрихов. Создание и редактирование штриховки для откосов;

построение разреза по произвольной линии, по полилинии;

моделирование вертикальных поверхностей (бордюров, набережных, подпорных стенок и т.п.);

интерактивное создание и редактирование трасс с использованием различных стилей и методов трассирования, в том числе, с использованием полевых материалов. Проложение трасс в стесненных и сложных условиях, например, в горной местности или при реконструкции дорог. Возможность создания политрасс;

создание и редактирование отдельных простых и сложных элементов трасс разнообразными методами, в том числе аппроксимацией фрагментов реконструируемых линейных сооружений, эквидистантным переносом уже существующих трасс, с рациональным подбором параметров составных закруглений;

разнообразные способы создания трасс: из отдельно созданных элементов с последующим их сопряжением многообразными и рациональными способами; с одновременным построением составляющих трассу элементов; эквидистантным переносом, инверсией, разделением, «склеивкой» ранее построенных трасс;

разбивка пикетажа, в том числе, с использованием «рубленых» пикетов различных видов. Создание и редактирование углов поворота закруглений трасс;

возможность разделения и объединения вершин углов;

поддержка раздельного и вариантного трассирования;

создание, просмотр, редактирование продольных профилей трасс в окне плана или в окне профиля; в случае пересечения с линейными объектами - отображение пересечек в профиле соответствующими условными знаками;

возможность ввода и редактирования геологической информации;
подготовка данных (координат, длин линий, дирекционных углов, параметров закруглений) для выноса трасс в натуру. Создание проекта выноса – формирование ведомостей разбивочных работ нескольких видов;
создание, редактирование и выпуск топографических планов в виде листов чертежа или планшетов с использованием шаблонов;
создание, редактирование и выпуск чертежа топографического плана полосы трассы с отображением элементов трассы;
создание развернутого плана трассы;
создание, редактирование и выпуск чертежей продольного и поперечных профилей трасс, продольного профиля линейных тематических объектов;
использование настраиваемых шаблонов подвалов продольных и поперечных профилей для выпуска чертежей;
возможность создания схемы компоновки чертежей;
создание и выпуск комплексных чертежей, совмещающих в себе как чертеж плана, так и чертеж профиля;
импорт ведомостей в формате RTF для оформления чертежей;
создание ведомостей: углов поворота, прямых и кривых, элементов плана трассы, разбивки закруглений. Использование настраиваемых шаблонов ведомостей.

Экспорт:

чертежной модели в файлы формата DXF, экспорт точек в файлы формата TXT;

использование созданной цифровой модели в других системах CREDO III для решения различных задач;

использование созданной цифровой модели в программе CREDO КОНВЕРТЕР для дальнейшего экспорта в форматы САПР и ГИС систем сторонних производителей.

Результаты:

цифровая модель местности инженерного назначения;

топографические планы в виде листов чертежа или планшетов;

чертежи профилей;

текстовые документы (основные ведомости);

файлы формата PXYZ, DXF.

Вспомогательные подсистемы:

редактор шаблонов чертежей с возможностью создания шаблонов и настройки собственных штампов, состава и вида подвала (сетки) чертежей продольных и поперечных профилей;

редактор ведомостей с возможностью модификации состава и вида выходных текстовых документов;

редактор символов для формирования условных знаков;

редактор классификатора, обеспечивающий создание условных знаков с отображением их в соответствии с настройками в плане, а также продольном и поперечном сечениях на разрезе, собственных типов тематических объектов, собст-

венного состава семантической информации и собственных условий генерализации;

редактор геологической библиотеки, обеспечивающий создание свойства и характеристики, используемые при описании геологических слоев и границ;

редактор геологического классификатора, позволяющий формировать и редактировать списки объектов, описывающих геологическое строение местности;

редактор линий и штриховок для формирования индивидуальных типов линий и штриховок;

Внутренние форматы данных: формат CREDO, файлы типа PRX для обмена данными между базами данных.

Характеристика интерфейса: стандартный интерфейс Windows. Язык русский с возможностью настройки выходных форм на любом языке, поддерживаемом Windows.

2.4 ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Технология автоматизированного проектирования автомобильных дорог представляет собой совокупность правил, определяющих действия инженерно-технического персонала по высококачественному решению проектной проблемы в фиксированные сроки и с минимальными затратами при комплексном использовании всех компонентов САПР-АД. Та или иная технология, принимаемая при проектировании автомобильных дорог, определяется большим количеством факторов, главные из которых следующие:

стадия проектирования. Технология выполнения проектных работ, степень детализации проектных проработок, круг задач, решаемых при проектировании и т.д., в значительной степени зависят от стадии проектирования. В проектную документацию входят: при двух-стадийном проектировании – архитектурный проект и строительный проект, при одностадийном – строительный проект с выделенной утверждаемой архитектурной частью.

Архитектурный проект "А"(проект) - проектная документация, обеспечивающая представление о материальном образе объекта среды обитания, его размещении, физических параметрах и художественно-эстетических качествах и содержащая технико-экономические показатели объекта, утверждаемая стадия (при двухстадийном проектировании).

Эскизное решение "АЭ"— этап, включаемый в состав архитектурного проекта.

Утверждаемая архитектурная часть строительного проекта «АС» (утверждаемая часть рабочего проекта) - выделяемая при одностадийном проектировании часть строительного проекта (рабочего проекта), подлежащая утверждению.

Строительный проект «С» - проектная документация, разработанная на основе утвержденных архитектурного и градостроительного проектов, а также проведенных инженерных изысканий и результатов научно-технических исследований, обеспечивающая непосредственную реализацию инвестиций в строительство объ-

ектов. При двухстадийном проектировании - вторая стадия (рабочая документация), при одностадийном (Архитектурный проект и Строительный проект) - включает также утверждаемую архитектурную часть "АС".

Тендерная документация - комплект документов, содержащих исходную информацию о технических, коммерческих, организационных и иных характеристиках предмета торгов, а также об условиях и процедуре проведения торгов.

При разработке проектной документации следует руководствоваться законодательными и нормативными актами Республики Беларусь, действующими строительными нормами, иными документами, регулирующими инвестиционную деятельность.

Проектная документация включается в состав тендерной документации в соответствии с Положением о порядке организации и проведения подрядных торгов (тендеров) в строительстве на территории Республики Беларусь.

Разработку проектной документации на строительство объектов следует осуществлять, как правило, в две стадии. При двухстадийном проектировании в состав проектной документации входят: архитектурный проект "А" — первая (утверждаемая) стадия, и строительный проект "С" — вторая стадия разработки проектной документации.

На основании утвержденного в установленном порядке архитектурного проекта разрабатывается строительный проект, осуществляется отвод земельного участка под строительство объекта с выдачей государственного акта на право пользования землей и открывается финансирование строительства. Разработка строительного проекта с отступлением от утвержденного архитектурного проекта подлежит обязательному согласованию с автором архитектурного проекта и утвердившим проект органом.

категория проектируемой дороги. С категорией дороги связаны параметры плана и продольного профиля, размеры земляного полотна, конструкция и капиталоёмкость дорожных одежд и искусственных сооружений, требования по обеспечению уровней удобства и безопасности движения, требования по охране окружающей среды и решение других экологических проблем. Технология проектирования в связи с этим в известной мере видоизменяется для автомобильных дорог различных категорий;

административно-хозяйственное значение проектируемой дороги. Автомобильные дороги административно-хозяйственного различного значения (дороги общегосударственного, республиканского, областного, районного значения, курортные дороги, подъездные пути, городские и сельскохозяйственные дороги) имеют свои специфические особенности, что находит отражение в методах и технологии их проектирования;

природные условия района проектирования автомобильной дороги. На те или иные принципиальные решения, принимаемые при проектировании автомобильных дорог, оказывает влияние дорожно-климатический район, в пределах которой изыскивается и проектируется и тип местности по увлажнению (1 — сухие места, 2 — сырые места, 3 — мокрые места), нормируемые Строительными нормами и правилами. Категория рельефа (равнинный, холмистый, пересеченный) оказывает

исключительное влияние на принимаемые инженерные решения. Свои специфические особенности имеет проектирование автомобильных дорог в сложных природных условиях: на болотах, в местах с интенсивными эрозионными процессами. Все эти особенности предъявляют свои требования к используемым методам и технологии проектирования;

вид, качество и объем исходной изыскательской информации для проектирования (материалы тахеометрических съемок, материалы аэроизысканий, материалы инженерно-геологических и инженерно-гидрологических обследований и т. д.). Проекты автомобильных дорог всегда характеризуются чрезвычайно неоднородной по составу, качеству и объему обосновывающей исходной изыскательской информацией, что в конечном итоге определяет различия в технологии проектирования, прежде всего на начальных его этапах при создании цифровых моделей рельефа местности и геологического ее строения (ЦММ);

вид проектируемого объекта и его размеры (протяженность). Круг решаемых проектных задач, а также их этапная последовательность оказываются несколько различными при проектировании новой автомобильной дороги, при разработке проекта реконструкции или капитального ремонта существующей дороги, при разработке проекта титульного мостового перехода и т. д.;

состояние средств обеспечения САПР-АД на момент разработки проекта. Изменение каждого из пяти компонентов САПР-АД (методического, программного, информационного, технического и организационного), как правило, в значительной степени предопределяет изменение технологии автоматизированного проектирования автомобильных дорог.

Так, разработка новых методов проектирования плана, продольного профиля автомобильных дорог, дорожных одежд, методов расчета стока, а также генеральных размеров малых искусственных сооружений и мостовых переходов, методов проектирования развязок движения, включение новых критериев оценки проектных решений и т. д. определяют изменение компонентов методического и прикладного программного обеспечения и, как следствие, немедленное изменение технологии автоматизированного проектирования.

Изменение общесистемного программного обеспечения САПР-АД, например переход от проектирования на уровне дисковых операционных систем (ДОС) на уровень операционных систем (ОС), предусматривает основательную ломку технологии проектирования.

Изменение технического обеспечения САПР-АД находит немедленное отражение в технологии автоматизированного проектирования. Так, обеспечение проектных организаций сканерами и плоттерами со сканирующими устройствами резко меняет технологию подготовки ЦММ — этого одного из наиболее ответственных этапов проектирования, во многом определяющего качество конечной продукции. Расширение комплекса технических средств САПР-АД за счет высокопроизводительных планшетных и рулонных графопостроителей в корне меняет технологию подготовки и оформления проектно-сметной документации. Включение в комплекс технических средств САПР-АД необходимого количества диспле-

ев резко увеличивает возможности инженера-проектировщика в части высокоэффективного проектирования в режиме диалога-с ЭВМ.

Организационная структура средств технического обеспечения САПР-АД может определить технологию автоматизированного проектирования как наименее совершенную из возможных при базовом варианте использования средств вычислительной техники, так и наиболее эффективную при создании локальной сети ЭВМ в проектной организации.

Организационная структура конкретной САПР-АД во многом предопределяет ту или иную технологию автоматизированного проектирования для различных этапов ее развития.

Таким образом, технология автоматизированного проектирования автомобильных дорог в каждом конкретном случае определяется множеством разнообразных факторов. Однако есть и общие черты технологии автоматизированного проектирования, присущие всем известным САПР-АД, которые резко отличают ее от технологии неавтоматизированного проектирования. Это прежде всего:

комплексная автоматизация сбора, обработки и регистрации исходной изыскательской информации и представление ее в виде ЦММ на полосу варьирования конкурирующих вариантов трассы автомобильной дороги;

автоматизированное проектирование с использованием ЦММ (получение продольных и поперечных профилей земли, геологических разрезов, проектирование продольного профиля, земляного полотна, дорожных одежд, искусственных сооружений, транспортных развязок движения, подсчет объемов работ и т. д.);

системное использование средств вычислительной техники, при котором весь многообразный комплекс технических средств САПР-АД увязан в единую технологическую структуру;

автоматизация всех основных этапов проектирования автомобильных дорог (план, продольный профиль, земляное полотно, дорожная одежда, искусственные сооружения, система дорожного водоотвода, транспортные развязки, оценка проектных решений);

взаимодействие инженера-проектировщика при решении сложных проектных проблем с ЭВМ в режиме диалога;

четкая этапность выполнения основных проектных операций (продольный профиль может быть запроектирован лишь после подготовки ЦММ и МММ и решения плана трассы по данному варианту, оценка проектного решения может быть выполнена в полном объеме после разработки проекта варианта и т. д.);

использование методов математического моделирования (моделирование рельефа и геологического строения местности, моделирование полотна автомобильной дороги в трехмерном пространстве, моделирование транспортных потоков, моделирование работы малых искусственных сооружений, мостовых переходов и т. д.);

использование математических методов оптимизации проектных решений (проектирование оптимального продольного профиля автомобильных дорог, дорожных одежд, искусственных сооружений и т. д.);

многовариантная проработка тех элементов проектируемых дорог, для которых пока не представляется возможным записать функцию цели с последующим аналитическим поиском ее экстремума. Это в первую очередь касается плана автомобильных дорог;

всесторонняя, глубокая оценка проектных решений по многим критериям (объемы работ, строительная стоимость, транспортно-эксплуатационные расходы, приведенные затраты, стоимость отвода земель, затраты на зимнее содержание дороги, обеспечение видимости, обеспечение зрительной плавности трассы и вписывания ее в ландшафт, время сообщения, уровни удобства и безопасность движения, пропускная способность, степень загрязнения окружающей среды и т. д.);

автоматизация процесса подготовки чертежей, оформления и размножения проектно-сметной документации.

Технология автоматизированного проектирования имеет различия для разных стадий проектирования автомобильных дорог. В РБ принята следующая схема проектирования: архитектурный проект "А" — первая (утверждаемая) стадия, Архитектурно-строительный проект "АС" — вторая стадия, и строительный проект "С" — третья стадия разработки проектной документации с утверждаемой архитектурной частью.

В зависимости от сроков и сложности проектируемой автомобильной дороги число проектных стадий может быть сокращено. Например, для текущего ремонта дороги допускается проектирование в одну стадию – строительный проект (стадия «С»).

Проектирование автомобильных дорог на разных стадиях различается кругом решаемых экономических и проектных проблем; составом, объемом и точностью исходной изыскательской информации; степенью детализации проектных проработок и их оценки по основным показателям; шириной полосы поиска оптимального варианта автомобильной дороги и, наконец, конечной целью проектирования.

Характерными особенностями проектирования автомобильных дорог на разных стадиях являются постепенное сужение полосы поиска оптимального варианта трассы, возрастание точности исходного изыскательского материала (увеличение масштабов топографических планов, детализации ЦММ и т. д.) и возрастание степени детализации проектных проработок.

Технико-экономическое обоснование (ТЭО) — это одна из наиболее важных проблемных стадий проектирования.

Обоснования инвестиций в строительство объектов — оценка технической возможности, коммерческой и экономической целесообразности инвестиций в строительство, включающая альтернативные проработки, расчеты для всех предложенных участков, в том числе принципиальные объемно-планировочные решения, расчеты по определению эффективности инвестиций, социальных, экологических и других последствий осуществления строительства и эксплуатации объекта. Обоснования инвестиций служат основанием для принятия заказчиком решения о дальнейшем инвестировании, оформления в установленном порядке

материалов предварительного согласования места размещения объекта и разработки проектной документации.

В процессе проработки технико-экономического обоснования решают следующие задачи:

выбор оптимального, стратегического направления трассы будущей дороги в части наилучшего обеспечения существующих и перспективных транспортных связей;

определение проектной мощности проектируемой автомобильной дороги (категория, число полос движения, требуемый модуль упругости дорожной одежды и т.д.);

обоснование принципиальных инженерных решений со степенью детализации, достаточной для оценки сметной стоимости строительства по укрупненным показателям (план трассы, продольный профиль, земляное полотно, дорожная одежда, искусственные и специальные инженерные сооружения, транспортные развязки, обстановка и принадлежности дороги, здания и сооружения дорожной и автотранспортной служб);

решение вопроса этапности строительства и очередности капиталовложений;

определение сметной стоимости строительства, приведенных затрат и коэффициента эффективности капиталовложений.

Конечной целью ТЭО является подтверждение экономической целесообразности и хозяйственной необходимости строительства или реконструкции автомобильных дорог, титульных мостовых переходов, путепроводов и других сооружений на автомобильных дорогах.

Несмотря на то что ТЭО является предпроектной стадией, именно на этом этапе проектирования определяются наилучшее стратегическое направление трассы и стоимость строительства, которая на последующих стадиях детального проектирования не может корректироваться в сторону увеличения. Это важное обстоятельство заставляет на этой стадии прорабатывать принципиальные инженерные решения, и использование САПР-АД на этом этапе проектирования необходимо и оправдано.

Проектирование на уровне САПР-АД на стадии ТЭО имеет свои особенности. Прежде всего на этом этапе рассматриваются принципиальные стратегические направления конкурирующих вариантов трассы, расстояние в поперечном направлении между которыми может быть столь значительным, что подготовка изыскательской информации на общую полосу варьирования оказывается нецелесообразной. В связи с этим для каждого стратегического направления обосновывается своя полоса варьирования. Масштабы топографических планов (и соответствующая детализация ЦММ), по которым осуществляется поиск наиболее выгоднейшего направления трассы на стадии ТЭО, принимают М 1:10000 — 1:5000.

Строительный проект (С) — детальная стадия; он разрабатывается в соответствии с утвержденным ТЭО и призван решать следующие задачи:

обоснование технической возможности строительства автомобильной дороги по рекомендованному в ТЭО стратегическому направлению на основе данных де-

тальных топогеодезических, инженерно-геологических и инженерно-гидрологических обследований;

окончательное решение плана трассы автомобильной дороги. Наилучший вариант плана трассы изыскивают на полосе варьирования по стратегическому направлению, обоснованному в ТЭО. При этом в пределах этой полосы может быть рассмотрено большое количество вариантов и подвариантов трассы с сопоставлением их по всем основным показателям (объемы работ, стоимость строительства, суммарные приведенные затраты, обеспечение зрительной плавности трассы и вписывания ее в окружающий ландшафт, уровни удобства и безопасность движения, экологические аспекты и т. д.) и обоснованием наилучшего решения; с последующей окончательной увязкой ее элементов и расчетами для выноса ее в натуру от произвольного магистрального хода;

корректировка положения проектной линии продольного профиля с детальной увязкой сочетания элементов плана и профиля, обеспечением видимости и зрительной плавности дорожного полотна, согласованием элементов автомобильной дороги с окружающим ландшафтом, обеспечением приемлемых уровней удобства и безопасности движения;

разработка детального проекта земляного полотна и распределения земляных масс, дорожной одежды; детальный расчет транспортных развязок с представлением всех элементов в плане и профиле в виде разбивочных чертежей для выноса проекта в натуру, разработка проекта вертикальной планировки участков ответвлений и примыканий, соединительных рамп, подсчет объемов работ;

детальное проектирование основных элементов автомобильной дороги с подсчетом объемов работ и составлением подробных сметно-финансовых расчетов;

окончательное установление источников снабжения строительства дорожно-строительными материалами, конструкциями, электроэнергией и водой;

составление проекта организации, решение сроков и этапности строительства;

решение вопросов охраны окружающей среды;

определение сметной стоимости строительства и уточнение коэффициента эффективности капиталовложений.

На стадии «С» автоматизированное проектирование на уровне САПР-АД с широким обеспечением режима диалога инженера-проектировщика с ЭВМ должно быть обеспечено в полной мере.

Разработке стадии «С» предшествуют подробные технические изыскания (с использованием и наземных методов сбора информации) на обоснованной полосе варьирования трассы по стратегическому направлению, рекомендованному в ТЭО. Масштабы планов (с соответствующей степенью детализации ЦММ) при составлении проекта принимают М 1:5000—1:1000.

На каждой стадии проектирования с разной степенью детализации выполняют согласования основных проектных решений с заказчиком, подрядной строительной организацией, землепользователями и другими многочисленными заинтересованными организациями, ведомствами и министерствами. Согласования — весьма трудоемкий и длительный процесс. В связи с этим на уровне развития гло-

бальной сети Internet весьма перспективной является автоматизация согласований проектов с заинтересованными и утверждающими инстанциями (принцип электронного правительства).

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ СКВОЗНЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРАКТИКУ РАБОТ ПРОЕКТНО-ИЗЫСКАТЕЛЬСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Сегодня современные информационные технологии способствуют повышению производительности и качества изыскательских и проектных работ, а, следовательно, и экономической эффективности деятельности изыскательских предприятий и предприятий строительного комплекса

Однако уровень автоматизации в отраслях промышленного, гражданского и транспортного строительства пока нельзя назвать удовлетворительным.

Одной из главных причин, препятствующих внедрению современных технологий в производство, большинство руководителей называют недостаток финансовых ресурсов. Действительно, в современных условиях резко сократились объемы проектно-изыскательских работ, а, следовательно, и средства на обновление производства и внедрение новой техники и технологий. В то же время значительно возросла конкуренция за получение заказов, особенно связанных с тендерными проектами, и побеждают в этой борьбе предприятия, выполняющие работы дешевле, быстрее, качественнее. Опыт успешно развивающихся организаций показывает, что именно правильное применение современных информационных технологий оказывается решающим фактором в конкурентной борьбе и способствует стабильной эффективной работе.

Примеры успешной работы партнеров и конкурентов, удешевление компьютеров и программного обеспечения приводят к тому, что необходимые финансовые средства все же находятся, но их рациональное использование часто становится сложно решаемой задачей. Правильно организованный автоматизированный процесс предполагает:

- наличие современной компьютерной техники с развитым парком периферийных устройств и электронных средств сбора топографо-геодезической информации;
- наличие специализированного современного программного обеспечения;
- наличие квалифицированных кадров на всех этапах производственного процесса;
- и, наконец, правильную организацию вышеназванных неразрывных компонентов в едином и непрерывном технологическом процессе получения, обработки и передачи информации в электронном виде. Ключевыми моментами такой технологии являются:

во-первых, современные методы сбора и обработки топографо-геодезической информации;

во-вторых, пространственное моделирование местности и строящихся объектов на всех стадиях их проектирования, строительства и эксплуатации, при котором информационным фундаментом является топографическая основа в виде цифровой модели местности и применение цифровых технологий в формировании, обновлении и использовании данных; в-третьих, передача, накопление и использование моделей этих объектов в геоинформационных системах.

Эффективность таких технологий проявляется в наибольшей степени при их использовании на всех этапах производственного процесса не только в одной организации, но и в смежных предприятиях отрасли или региона. Например, распространенной практикой в дорожной и нефтегазовой отрасли стало проведение топографической съемки местности электронными тахеометрами с немедленной передачей информации в мобильный компьютер, на котором в полевых условиях происходит камеральная обработка данных и построение цифровой модели местности. Эта модель затем передается проектировщикам своей или смежной организации непосредственно для проектирования, результаты которого в электронном виде поступают в строительную организацию, имеющую возможность самостоятельно разделять проект между своими подразделениями, получать техническую информацию и необходимый набор документации в любой точке строящегося объекта. На этом же наборе данных обрабатываются результаты исполнительной съемки. Исполнительная документация в электронном виде передается в эксплуатирующую организацию. Набор таких электронных моделей объектов служит информационной базой для построения отраслевых геоинформационных систем и решения управленческих задач.

Для организации такой технологии в регионе необходимо сосредоточение электронных моделей местности и объектов данной территории в одном органе управления, например, управлении архитектуры города. Преимущества такого положения вещей очевидны. Изыскательские и проектные организации, получая из управления уже имеющиеся там модели, существенно экономят время и средства, выполняя съемку текущих изменений и корректируя существующие модели, дополняя данные геослужбы моделями новых объектов. Управление архитектуры, владея полным набором данных, с высокой степенью достоверности и качества ведет топографические и специальные дежурные планы подземных коммуникаций, застройки, отводов земель, красных линий и другие.

Однако реальный эффект от применения средств автоматизации в России и других странах СНГ еще далек от желаемого уровня. Реализованные и даже иногда работающие ГИС-проекты, к сожалению, не всегда обеспечивают непрерывность движения, обновления и использования цифровых данных. Несмотря на наличие больших объемов отсканированного, оцифрованного и используемого в геоинформационных проектах крупномасштабного топографического материала, реальное использование его в проектировании и изысканиях по-прежнему сводится, в конечном счете, к традиционным бумажным технологиям. Анализируя сложившееся положение, можно отметить, что в лучшем случае применяемые компьютерные технологии имитируют "бумажный" процесс. Основные технические причины такой ситуации:

Неверный выбор платформы, а в силу этого невозможность обеспечивать включение в цифровые технологии инженерные (проектно-изыскательские) аспекты взаимодействующих систем. Как правило, в качестве платформы выбирают MapInfo, ArcInfo, GeoGraph/GeoDraw, GeoCad и другие ГИС. Эти платформы создавались исключительно для геоинформационных целей и только в той или иной степени обеспечивают нужды мелкомасштабного картографирования. В них нет ряда изначально заложенных в платформу типов объектов, используемых при инженерном проектировании, нет адекватного (с точностью, необходимой для инженерных нужд) моделиро-

вания рельефа. Исключение, пожалуй, представляет бурно развивающаяся линия SoftDesk на базе Land Development Desktop. Однако, в этой платформе, в свою очередь, низок уровень решения конкретных геодезических и, в определенной степени, топографических задач.

Узко сформулированные и реализованные в таких проектах цели не полностью учитывают все перспективы и возможности цифровых технологий. Естественно, финансирующие такие проекты организации ставят перед разработчиками проектов, прежде всего, свои цели - управление, землеустройство, учет недвижимости и т.д.

Отсутствие (как инструментальных, так и организационных) механизмов ведения крупномасштабных дежурных планов не дает возможности постоянного обновления данных на основе съемок текущих изменений и исполнительных съемок.

Цифровые модели местности, создаваемые такими системами (без адекватной модели рельефа, пространственного представления коммуникаций и др.) нужды проектировщиков не обеспечивают, возможности изыскателей не учитывают.

Психологические причины недостаточно эффективного применения средств автоматизации - это, прежде всего, неготовность и нетребовательность основных потребителей крупномасштабной топографической информации к качеству представления материалов. Зачастую представленная в DXF или форматах ГИС красивая картинка плоского (двумерного), разбитого в линейной структуре слоев топографического плана воспринимается проектировщиками как современное достижение изыскателей.

Такая нетребовательность задерживает необходимую ломку психологического и организационного барьера

- изменения взгляда изыскателей на результаты работы и представления их потребителю не столько в виде планшетов или чертежей (пусть в электронном виде), сколько создания ЦММ как основного результата инженерных изысканий. Необходимо оговориться, что понимание этих задач уже начинает проявляться.

Непременным элементом приближения к идеальной схеме является изменение подходов к основным результатам этапов изысканий и проектирования - переход от "бумажного" результата (чертежи, планшеты) к следующей модели:

- создание ЦММ как результата инженерно-геодезических изысканий,
- создание объемной геологической модели (ОГМ) как результата инженерно-геологических изысканий,
- создание и оценка цифровой модели проекта (ЦМП) как результата проектирования.

Достаточно сложно обстоит дело с оснащением организаций качественным прикладным, специализированным программным обеспечением.

Для полноценной реализации цифровых технологий необходимы инструменты - комплексные и гибкие программные продукты.

Такие продукты должны не только автоматизировать (а точнее механизировать, на что сейчас обращается внимание прежде всего) изыскательские, проектные процедуры, но и позволять принимать эффективные, тщательно проработанные в процессе вариантного проектирования решения, снижая при этом материальные затраты и затраты трудового времени, предоставляя возможность взаимодействия со всеми звеньями в цепочке изыскания-проектирование-строительство-эксплуатация.

Комплексность требований к таким инструментам обуславливает сложность их программной реализации. Поэтому рынок программного обеспечения предлагает сегодня не так уж много продуктов, полностью отвечающих потребностям цифровых технологий. В основном это зарубежные программы, требующие адаптации к специфике существующих норм и технологий. Для многих препятствием к успешному освоению программы является языковой барьер, но и переведенное меню, как правило, изобилует непонятными терминами. Немногочисленные зарубежные пакеты для обработки изысканий и строительного проектирования, даже в случае их частичной русификации, недостаточно соответствуют строительным нормам и технологиям производства работ, структуре строительного комплекса стран СНГ. Качественное обучение и сопровождение, не говоря уже о влиянии пользователей на разработку программных продуктов, сильно затруднено. Разработчики зарубежных продуктов, естественно, вынуждены следовать конъюнктуре огромного западного рынка и потребностям пользователей, прежде всего США и других развитых стран. Все это, делает затруднительным использование зарубежных пакетов в качестве долговременной основы автоматизированного процесса изысканий и проектирования объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства в России и странах СНГ. Это, разумеется, не исключает возможности применения отдельных иностранных программ на локальных участках производственного процесса. Но актуальной является задача создания и внедрения отечественного комплексного программного обеспечения для удовлетворения профессиональных потребностей изыскателей и проектировщиков стран СНГ.

Сложности разработки программного обеспечения не исчерпываются объективными техническими потребностями пользователей. Много сил и времени уходит на удовлетворение таких положений существующих норм и стандартов, которые создавались задолго до появления современной вычислительной и геодезической техники и во многих развитых странах уже упразднены. Проблем, недостатков и противоречий нормативных документов можно отмечать много. Например:

- строго фиксированные и ориентированные на "ручное" оформление выходные формы текстовой и графической документации. Не принимается во внимание простой факт, что машинное представление объектов не может (и не должно!) полностью копировать его представление при ручном проектировании
- жестко определяемые нормативными документами технические нормы и технологии производства изысканий и проектирования. Как пример можно привести конструктивные требования к созданию съемочных опорных сетей, требование закрепления изыскателями в поле будущей трассы вместо осуществления полосной съемки и качественного камерального трассирования;
- структура топографической информации, выраженная в системе ее классификации и кодирования в узаконенных нормативными актами классификаторах, правилах цифрового описания картографируемых объектов и явлений, форматах компьютерного представления данных, не отвечают требованиям задач автоматизированного проектирования;
- в силу узости подходов к базовым элементам геометрии объектов и типам данных существенно затруднены возможности качественного обмена данными между

производителями и потребителями информации. Существующие, узаконенные нормативными актами, обменные форматы (интегральный файл, f20V, flm и другие) предназначались для цифровых топографических карт и не обеспечивают нужной полноты обмена данными.

Все эти причины иногда приводят к тому, что пользователи отдают предпочтение решениям, в большей степени удовлетворяющим чисто формальным требованиям ГОСТ и СНИП в ущерб другим альтернативам, лучшим по экономическим, техническим или технологическим соображениям.

Эти проблемы можно решить только совместными усилиями ученых, сотрудников и руководителей соответствующих федеральных ведомств, разработчиков и пользователей программных продуктов, общественных организаций.

Аксиомой является невозможность получения существенного экономического эффекта от внедрения средств автоматизации без квалифицированного, творчески мыслящего инженерного персонала. Задача подготовки и переподготовки инженерных кадров особенно обострилась в связи с тем, что многим организациям за последние годы пришлось существенно расширить сферы инженерной деятельности. Высокий инженерно-технический уровень применяемых в организации программных продуктов, с одной стороны, способствует повышению профессионального мастерства пользователей и более быстрому освоению новых направлений работы, а, с другой стороны, требует от них постоянной работы по изучению всех возможностей программного обеспечения для их эффективного применения. Естественно, идеальным вариантом является приглашение на работу молодого специалиста, который уже в вузе овладел современными средствами автоматизации. К сожалению, в странах СНГ отсутствует стройная система повышения квалификации и переподготовки инженерных кадров по вопросам автоматизации проектно-изыскательских работ, в межвузовских стандартах эти вопросы отражены очень слабо. Поэтому разработчикам и поставщикам программного обеспечения приходится заниматься и вопросами подготовки и повышения квалификации специалистов, которые неотъемлемо связаны с вопросами внедрения программных продуктов в производство.

Эффективное внедрение информационных технологий и организация действительно работающего производственного процесса подразумевает рациональное оснащение рабочих мест программными продуктами, разумную организацию хранения данных, налаживание эффективного обмена данными между рабочими местами, производственными отделами, смежными организациями в городе или отрасли. Непрерывная технологическая цепочка строится путем стыковки по данным продуктов разных поставщиков, чаще всего, через специальные обменные форматы.

Однако, эффективному применению уже имеющихся технологий часто мешают не только недостаточная квалификация кадров, но и ведомственные барьеры, и неурегулированные экономические отношения между предприятиями-смежниками. Анахронизмом в наше время должна считаться ситуация, когда изыскательская организация, имеющая программы обработки данных изысканий и цифрового моделирования местности, передает информацию своему заказчику - проектной организации - в бумажном виде, а проектная организация, имеющая тот же набор программ, сканирует информацию с бумажного носителя и снова строит цифровую модель местности, ко-

торая уже была создана в изыскательской организации. Налицо потеря времени и денег.

Вызывает озабоченность некоторая разобщенность разработчиков муниципальных ГИС, различных геоинформационных кадастровых центров и служб, с одной стороны, и производителей и потребителей (прежде всего проектировщиков и строителей) топографо-геодезической информации, с другой стороны. Такая ситуация прослеживается в некоторых, в том числе выступающих как образцовые, городах.

Еще одной, проблемой является необоснованный режим секретности при сборе, обработке, хранении и электронном представлении данных, использовании спутниковых технологий.

Очевидно, что усилия поставщиков программного обеспечения должны быть подкреплены соответствующими ведомственными и межведомственными документами, регламентирующими вопросы приема и передачи результатов работы в электронном виде и обеспечивающими:

- взаимодействие производителей и потребителей ТГИ, налаживание межведомственного, в рамках муниципального образования, корпорации обмена данными в цифровом виде;
- расширение возможностей муниципальных и корпоративных ГИС с учетом требований потребителей крупномасштабной ТГИ и, прежде всего, проектных организаций;
- внедрение интеллектуальных отечественных программных продуктов и инструментальных платформ, учитывающих в цифровом картировании и ГИС не только нужды учета и управления, эффективного представления бумажных копий, но и инженерные задачи, решаемые на цифровых пространственных данных (проще - на ЦММ);
- создание стандарта на обмен данными по составу ЦММ инженерного назначения;
- внесение корректировок в нормативные документы, которые учитывали бы цифровое представление результатов изысканий и инженерное назначение крупномасштабной топографо-геодезической информации в виде ЦММ инженерного назначения.

2.5 АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗЫСКАНИЙ

История развития спутниковой навигации и геодезии

Спутниковые навигационные системы (СНС) GPS (США) и ГЛОНАСС (Россия) создавались для использования в военных целях. Со временем область их применения стала расширяться. В навигации эти системы стали решать проблемы ориентирования и безопасности морских судов, которые кроме звездного неба и магнитного полюса практически не имеют ориентиров. Потом СНС нашли применение в авиации, наземном транспорте. Сейчас многие производители выпускают персональные GPS-навигаторы для путешественников, охотников, рыболовов и т.д.

В конце восьмидесятых годов, являясь одним из ведущих специалистов компании Trimble, Джавад Ашджаи (Dr. Javad Ashjaee) организовал компанию Ashtech. Применение технологий, обеспечивающих максимальное использование возможностей спутниковой системы GPS, вскоре позволили Джаваду Ашджаи поднять Ashtech до лидирующих позиций на рынке спутниковой навигации и геодезии. Понимая, что для повышения точности, скорости и надежности измерений возможности использования системы GPS на текущий момент практически полностью использованы, Джавад Ашджаи в числе первых начинает разрабатывать приемники, работающие по совмещенному созвездию двух навигационных систем: GPS (США) и ГЛОНАСС (Россия). Стараясь максимально быстро начать выпуск таких приемников, Джавад Ашджаи в 1993 году организовывает научный центр Ashtech в Москве (Аштек АО). Уже через три года появился первый серийный одностотный приемник этого типа GG24. Вскоре появился геодезический вариант - приемник GG Surveyor. Однако в 1995 году Джавад Ашджаи покидает Ashtech, чтобы продолжить разработки в своей новой компании Javad Positioning Systems (JPS).

При организации JPS Джавад Ашджаи опирается на поддержку ведущих специалистов Ashtech, поверивших в планы Ашджаи. Созданная команда профессионалов-единомышленников, сплотившаяся вокруг своего руководителя, блестяще справилась с решением сложнейших задач и в кратчайший срок разработала новое поколение конкурентоспособного оборудования, существенно отличающегося по своим возможностям от продукции других производителей. В конце 1998 года JPS начинает поставки новых приемников, которые сразу завоевывают признание потребителей. Центральные офисы компании расположены в США и России. Самое большое по численности отделение находится в Москве. Отделение насчитывает более 100 сотрудников. Это теоретики, разработчики, программисты, тестовые группы и группа поддержки покупателей. Они обеспечивают решение всего комплекса задач создания приемников и программного обеспечения для них.

Уникальные возможности спутниковых приемников JPS, подтвержденные многочисленными испытаниями и практическим опытом использования в самых разных условиях и приложениях, привлекают внимание одного из крупнейших мировых лидеров в производстве традиционного геодезического и лазерного оборудования - транснациональной корпорации Торсоп, имеющей подразделения в трех десятках стран мира на всех континентах, со штаб-квартирой в Токио. Руководство Торсоп, видя перспективу в объединении возможностей традиционных геодезических приборов со спутниковыми, в течение нескольких лет изучало технологии различных его производителей. Специальная экспертная группа корпорации после тщательного сравнения и исследования подтвердила лидерство технологий JPS.

В июле 2000 года подписано соглашение между корпорацией Торсоп и Джавадом Ашджаи о вливании компании JPS в семейство Торсоп. В соответствии с этим соглашением, образована новая компания по разработке и производству спутниковых геодезических приемников Торсоп Positioning Systems (TPS).

Основные направления деятельности TPS — геодезия и картография, управление машинами в строительстве и сельском хозяйстве. В остальных областях, включая навигацию, продвижением продукции занимается вновь созданная компания Javad Navigation Systems (JNS). Сложившийся коллектив разработчиков компании JPS в полном и постоянно расширяющемся составе продолжает свою деятельность под новым названием. Сам Джавад Ашджаи исполняет обязанности Главного директора по технологиям в области применения GPS/ГЛОНАСС корпорации Торсоп, и одновременно является президентом компании JNS.

Несмотря на трудности, которые испытывала российская спутниковая система ГЛОНАСС в последние годы, Джавад Ашджаи понимает необходимость в совмещенных GPS/ГЛОНАСС приемниках для достаточно широкой категории пользователей. Одна из последних разработок компании — семейство двухчастотных ГЛОНАСС/GPS приемников, основанных на плате небольшого размера, доступной также в OEM исполнении. При всем богатстве возможностей этих приемников в полной комплектации, конфигурация приемников задается только программным образом. Это позволяет пользователям выбирать возможности, опираясь только на необходимость решения текущих задач. При возникновении задач, требующих применения оборудования с более совершенными техническими характеристиками, пользователи, самостоятельно, используя полученные от компании "ключи" к программному обеспечению, могут изменять конфигурацию приемников, что позволяет оптимизировать эксплуатационные расходы. Опция программного обеспечения Cinderella (Золушка), которая превращает одностотный GPS приемник в двухчастотный ГЛОНАСС/GPS, теперь бесплатно поставляется с некоторыми моделями.

Возможности оборудования JPS по достоинству оценены пользователями во всем мире. Несмотря на небольшой срок, прошедший с начала деятельности компании, в России уже сложился широкий спектр потребителей. На этом оборудовании уже остановили свой выбор Госстандарт и Федеральная служба геодезии и картографии России, предприятия Министерства экологии и природных ресурсов, Министерства топлива и энергетики, Министерства обороны России и многие другие.

Применении спутниковых приемников GPS
в различных сферах дорожной отрасли.

Определение координат опорных точек можно производить различными геодезическими инструментами. С развитием новых технологий, применяемых в инженерной геодезии, в настоящее время все шире используется метод, основанный на применении спутниковых приемников GPS.

Использование GPS позволит свести к минимуму затраты времени на определение координат опорных точек, т.к. расстояние между приемниками во время измерений составляет 15 – 20 км (одностотные), 15 – 20 и более (двухчастотные). Определение координат опорных точек сети в системе WGS 84 (не секретной) позволит сформировать дорожный кадастр и ГИС доступный для широкого круга пользователей в дорожной отрасли. Увязка дорожного кадастра и ГИС к

системе координат СК-42 , СК-63, принятой в республике, позволит использовать, при формировании, всю картографо-геодезическую информацию. Доступ в этом случае будет ограничен.

Порядок определения координат опорных точек

Съемка координат опорных или временных точек выполняется в режиме “Статика” или “Быстрая статика”.

Режим “статика” - характеризуется продолжительностью съемки одной точки и может быть до одного часа.

Режим “быстрая статика” – характеризуется продолжительностью съемки опорной точки в несколько минут.

Опорные точки рекомендуется снимать в режиме “статика”, когда расстояние между стационарно установленными приемниками более 15-20 км, в режиме «быстрая статика» при расстоянии до 15-20 км.

Опорные точки могут находиться друг от друга в рекомендуемом варианте на различном расстоянии. При расстоянии между опорными точками до 15-20 км, определение координат с помощью GPS выполняется без применения временных базовых станций. В данном случае две определенные предварительно опорные точки одновременно работают со спутниками (см. рис.1).

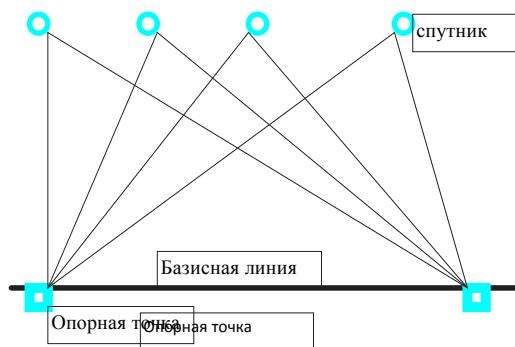


Рис. 1

Расстояние между двумя точками, работающими одновременно с одними и теми же спутниками, называют базисной линией. Продолжительность наблюдений и точность в основном зависят от длины базисной линии, а также от количества наблюдаемых спутников одновременно, геометрического фактора (GDOP - оценивает геометрию спутникового “созвездия”), состояния атмосферы (атмосферные возмущения обуславливают понижение точности наблюдений), режима съемки и время суток.

По мере накопления практического опыта работы с GPS условия проведения съемок необходимо уточнять, используя разные варианты по длине базовой линии, количества спутников и значения геометрического фактора.

При определении координат опорных точек выполняется их контроль посредством того, что съемка каждой опорной точки выполняется дважды при предыдущем и последующем спутниковом “созвездии”. Последняя опорная точка яв-

ляется как бы передающей, на самом деле таковой не является, так как используется метод независимых измерений.

Таким образом, можно обнаружить ошибку, или недопустимую погрешность.

При расстоянии между опорными точками более 20 км организуется временная базовая станция (рис.2). Она не будет являться опорной, но требования по условиям съемки и условия ее организации предъявляются аналогичными, как и к опорным точкам.

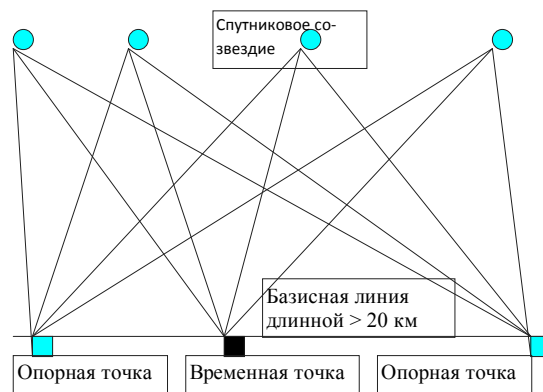


Рис. 2

При организации и съемке координат опорных точек необходимо учитывать следующие факторы:

Минимальное количество одновременно наблюдаемых спутников должно быть не менее 4.

При длине базисной линии более 20 км необходимо организовать временную базовую станцию.

Геометрический фактор (оценивает геометрию спутникового расположения “созвездия”) не должен превышать 8, идеальный вариант, когда GDOP не превышает 5.

Для проведения высокоточной съемки целесообразно выполнять измерения при хороших окнах ($GDOP < 8$, количество спутников 4 и более, возвышение спутников над горизонтом более 20 градусов, угол отсечки не менее 15 градусов). Угол отсечки – образует линия между приемником и верхней точкой помехи, и линией земли.

Наблюдение спутников выполняется согласно предварительно разработанного графика.

Предпочтительнее измерить на один пункт меньше и наблюдать несколько минут больше, чем пытаться включить в окно, максимальное количество точек, уменьшая продолжительность наблюдений.

Необходимо знать широты и долготы наблюдаемых спутников с точностью до 1 градуса.

При съемке необходимо учитывать график изменения GDOP (изгибы) и избегать в этот период съемки. Изгибы с быстрым изменением GDOP обычно наблюдаются во время восхода и захода спутников.

Ионосферные возмущения изменяются в зависимости от времени суток и зависят от солнечной радиации. В ночное время ионосферные возмущения значи-

тельно ниже, чем днем, поэтому ночью может быть уменьшено наполовину время наблюдений или длина базисных линий вдвое увеличена.

Учитывать возможность приемки сигналов от спутников приемниками с учетом возможных помех и препятствий (радиопередатчиков, телевизионных антенн и др.).

Возможность бесперебойного питания приемников и правильность их настройки.

После определения координат в системе WGS 84 их требуется увязать с местной системой координат. Для этого выполняют измерения в системе WGS 84 на пунктах с известными координатами местной системы. Эти пункты могут быть использованы в качестве базовых станций или опорных точек при непосредственном тяготении их к дороге. Они будут использованы как временные станции.

Перед началом работ по созданию опорной сети разрабатывается проект, который содержит материал об условиях расположения опорных точек на местности, график очередности закрепления точек, определены тяготеющие геодезические пункты и их координаты. Также, разрабатываются графики понижения геометрического фактора, составляется программа наблюдений на конкретные дни.

Подсистемы GPS.

GPS представляет собой комплекс, состоящий из трех подсистем:

Подсистема космических аппаратов. Основывается на созвездии из 24 спутников, находящихся на околоземных, практически круговых орбитах на очень большой высоте (около 20000 км). Спутники оснащены несколькими атомными цезиевыми стандартами частоты-времени и постоянно передающих на частотах L1 и L2 сигналы для измерений псевдодальностей кодовым и фазовым методами и другие сообщения необходимые для позиционирования.

Подсистема наземного контроля и управления. Состоит из станции слежения, службы точного времени, главной станции с вычислительным центром и станций загрузки данных на борт спутников.

Подсистема пользователей (навигационные и геодезические приборы, практически распространение получили приемники GPS).

GPS основана на местоопределении по расстояниям до спутников. Это означает, что координаты на Земле вычисляются на основе измерения расстояний до группы спутников в космосе. Спутники при этом выполняют роль точно координированных точек отсчета. Чтобы правильно вычислить координаты пункта по псевдодальностям, надо их измерять, по крайней мере, до четырех пунктов с известными координатами.

GPS действует в координатной системе WGS-84 (World Geodetic System, 1984) - гринвичской пространственной прямоугольной геоцентрической системе координат. Начало координат расположено в центре масс Земли. Ось Z направлена на условный земной полюс, соответствующий среднему за 1900 - 1905 гг. его положению, принятому в качестве Международного условного начала. Ось X лежит на пересечении экватора и плоскости гринвичского меридиана, ось Y расположена в плоскости экватора и дополняет систему координат. Геоцентрические

координатные системы устанавливаются по высокоточным измерениям и закрепляются с помощью пунктов геодезических сетей.

На сегодняшний день существует три типа геодезических приемников: одночастотные и двухчастотные (GPS) и одночастотные (ГЛОНАСС/ GPS), занимающие среднее положение между одночастотными и двухчастотными.

Одночастотные приемники применимы для большинства геодезических задач. Есть физические причины ограничивающие возможность применения одночастотных приемников: из-за влияния ионосферы они могут обеспечить указываемую точность определения координат только при их передаче на расстояние до 25 км. При работе на достаточно близко расположенных объектах с последующей обработкой статических и кинематических измерений с точностью в 1-2 сантиметра, достаточно будет использование одночастотного приемника.

Двухчастотные приемники являются наиболее совершенным и универсальным классом спутникового оборудования, работа с ним всегда дает преимущества в точности, скорости съемки и надежности получения результата. Этот тип приемников успешно используется там, где планируется создание и сгущение высокоточных сетей, привязка топознаков на больших площадях и длинных (15 км и более) базовых линиях, работа в кинематическом режиме реального времени. Имеется возможность максимально быстро решить неоднозначность, например, после срыва приема сигналов от нескольких спутников нет необходимости возвращаться на исходный пункт или останавливаться. Через 2 минуты определение координат возобновится с той же точностью.

Максимальное число спутников, которое можно одновременно наблюдать, равно двенадцати. Поэтому приемник должен иметь 9 или 12 каналов.

Особое внимание следует обратить на комплектацию GPS-оборудования. Предпочтение следует отдавать двухпортовому оборудованию. Не всегда удобно использовать приемники со встроенными антеннами из-за влияния климатических условий. Используя приемники с внешними антеннами, легко обеспечить проведение всепогодного проведения работ.



Рис.5 Комплект аппаратуры GPS, состоящий из: приемного блока, накопителя, зарядного устройства, транспортировочного рюкзака, штатива.

Объем памяти и способ ее организации (внутренняя или внешняя) имеет также большое значение. Наиболее удобны в эксплуатации приемники с внутренней памятью (не требуют дополнительных контролеров и полностью герметичны).

Спутниковые приемники рассчитаны на постоянную эксплуатацию в течение многих лет. Поэтому, говоря о сроке службы, можно говорить в основном о моральном старении приемника.

2. 3 Способы позиционирования.

Под позиционированием понимают измерения с помощью спутниковой системы позиционирования (ССП) для определения координат местонахождения наблюдателя или объекта в земном трехмерном пространстве. Измеряют кодовым или фазовым методами псевдодальности от приемника позиционирования до 4 или большего числа спутников.

Кодовый метод (code method). На спутнике и в приемнике позиционирования синхронно генерируют сигналы, представляющие собой коды из нулей (отсутствие сигнала) и единиц (наличие сигнала). Чередование нулей и единиц воспринимается как случайный процесс. Эти сигналы называют псевдослучайными кодами. Приходящие со спутника коды запаздывают на время распространения сигнала от космического аппарата до наземной станции. Совмещая в приемнике местный и принятый коды до их совпадения, определяют это время, и вычисляют дальность до спутника. Фактически, из-за несинхронности работы генераторов в приемнике и на спутнике, определяют искаженную дальность, которую называют псевдодальностью. В GPS вырабатывают следующие коды: P (точный, предназначенный для военных нужд) и C/A (грубый, предназначенный для гражданских нужд).

Фазовый метод (phase method) основан на том, что изменения фазы электромагнитных колебаний пропорциональны расстоянию, пройденным этими колебаниями. Колебания генерируют синхронно на спутнике и в приемнике наземной станции. В приемнике определяют разность фаз местных и принятых колебаний. Эта разность фаз пропорциональна расстоянию от спутника до наземной станции и определяется неизвестным целым количеством N волн и их дробным остатком. Определение неизвестного числа N волн и их дробным остатком называют разрешением неоднозначности. Фактически, как и кодовым методом, из-за несинхронности работы генераторов в приемнике и на спутнике определяют псевдодальности.

Наиболее сложной и дорогой считается фазовая аппаратура, обеспечивающая точность определения приращения координат в статическом режиме от $5 \text{ мм} + 1 \text{ мм/км}$ (определения координат, расстояний) и $10 \text{ мм} + 1 \text{ мм/км}$ (определение превышений). Именно из-за такой высокой точности этот класс аппаратуры считают геодезическим. Кодовая аппаратура применяется, в основном, в навигации.

Способы позиционирования делятся на две группы:

определения абсолютных (полных) координат местонахождения по измерениям псевдодальностей кодовым методом (автономный и дифференциальный методы);

относительных измерений, когда псевдодальности измеряют фазовым методом и по ним определяют приращения координат или вектор между станциями, на которых установлены приемники (способы статики и кинематики).

Автономное позиционирование. Способ автономный в том смысле, что наблюдатель, работая со своим приемником, определяет местонахождения независимо от измерений на других станциях. Способ чувствителен ко всем источникам погрешностей. На точность влияют нестабильность частот и сдвиги шкал времени на спутниках и в приемниках, погрешности в координатах спутников, аппаратурные погрешности приемников, внешняя среда. При точных измерениях автономный способ используют для нахождения приближенных координат.

Дифференциальное позиционирование. Псевдодальности измеряют кодовым методом одновременно с двух пунктов: базовой станции, расположенной на пункте с известными координатами, и подвижной станции, стоящей над новой точкой. На базовой станции измеренные расстояния сравнивают с вычисленными по координатам и определяют их разности. Эти разности называют дифференциальными поправками.

Поправки передают на подвижную станцию в реальном времени или учитывают в ходе вычислений координат после измерений, способ основан на предположении, что многие погрешности одинаково влияют на измерения с каждой станции. Чем ближе расположены станции, тем точнее коррекции,

Статическое позиционирование. Наиболее ощутимые выгоды от внедрения идеи исключения погрешностей достигнуты в способах относительных измерений. В способе статики, как и в дифференциальном, аппаратуру устанавливают на двух пунктах - на базовой станции с известными координатами, не определяя никаких коррекций.

Фазовым методом измеряют псевдодальности до четырех или большего числа спутников. В ходе обработки из этих измерений образуют разности трех типов: первые, или простые, - из измерений с базовой и с определяемой станций на один и тот же спутник; вторые, или сдвоенные, - из первых разностей измерений на разные спутники; третьи, или строенные, - из вторых разностей измерений в разные эпохи (наблюдениями в одну эпоху не ограничиваются). Для каждой эпохи могут быть сформированы вторые разности.

Точность статики зависит от продолжительности измерений. Исследователи отмечают, что измерения в течение 5 мин обеспечивают дециметровую точность. Измерения в течение 20 мин обеспечивают точность $5 \text{ мм} + 1 \text{ мм}$.

Разновидностями статики являются: ускоренная статика (fast statics), при которой продолжительность измерений уменьшают с увеличением числа наблюдаемых спутников; и псевдостатика (pseudostatics), когда непрерывность измерений сохраняется только на базовой станции, а на подвижной станции измерения выполняют лишь вначале и в конце часового интервала.

Кинематическое позиционирование. Кинематика - разновидность относительных измерений, обычно выполняемых фазовым методом, позволяющая измерять вектор между базовой и подвижной станциями за короткие промежутки времени. Предварительно определяют координаты базового и подвижного приемни-

ков способом статике, другими способами или приемники устанавливают на пунктах, координаты которых известны с точностью до нескольких сантиметров. Процесс привязки подвижного приемника к базовому вектору называется инициализацией. Наблюдают не менее четырех спутников. Важно, чтобы измерения велись непрерывно и по одним и тем же спутникам (условие для односторонних приемников). Затем, зная координаты базовой станции, вычисляют координаты текущей новой станции. В целях контроля кинематический ход замыкают на исходном пункте или на пункте с известными координатами. Точность кинематического позиционирования несколько ниже, чем в статике.

Различают несколько разновидностей кинематики. Способ непрерывной кинематики (continuous kinematics) позволяет «цифровать» контуры на местности: наблюдатель, не останавливаясь, перемещается с приемником, который через заданные интервалы времени фиксирует его координаты. Способ «стой-иди» (stop and go) предусматривает возможности остановиться на точке, выполнить более длительные измерения, а затем продолжить движение. Когда имеется цифровой радиоканал и данные с базового приемника можно передать на подвижный, применяют так называемый способ кинематики реального времени (RTK).

Многоплановость и широкий спектр возможностей позволяет применять GPS-приемники в различных сферах дорожной отрасли.

Описание задач, возможных к решению с применением GPS и современных традиционно-геодезических технологий.



Рис. 6 Система GPS помогает не только в картографировании, она позволяет выйти в точки уже нанесенные на карту.

1. Многопараметрический мониторинг состояния автомобильных дорог с созданием дорожного кадастра. Высокоточное трехмерное позиционирование при большой протяженности трасс в сжатые сроки.

2. Инженерно-геологические изыскания.

3. Проектно-сметные и камеральные работы.

4. Полевое обследование трассы.

5. Предпостроечные изыскания для составления рабочих чертежей.

6. Обеспечение дорожно-строительных работ.

2. 4 Выбор GPS-оборудования.

В настоящее время выпуском приемников GPS занимается более 50 фирм. Наиболее известными фирмами являются: Trimble, Ashtech, Magellan - США, Sercel - Франция, Leica - Швейцария, Geotronics - Швеция.

Основными критериями при выборе приемников спутниковых навигационных систем, используемых для точных измерений на местности являются:

точность измерений;

технические возможности;

стоимость.

Сравнивая технические характеристики GPS-приемников и их стоимость, лидирующее положение остается за фирмами Trimble и Leica.

Трехмерное лазерное сканирование и моделирование.

С начала 2001г. НПП «Геокосмос» (Российская Федерация) применяет технологию лазерного сканирования местности для выполнения топографических крупномасштабных цифровых съемок и создание по ее результатам цифровых моделей местности и инженерных объектов. В связи с появлением этой новейшей технологии и началом ее использования в производстве у специалистов возникает много вопросов по ее применению для решения своих задач.

Несмотря на принципиальную новизну сканирования, как метода создания трехмерных цифровых моделей, его можно рассматривать как логическое продолжение развития безотражательных технологий и их использования в геодезических инструментах - лазерных рулетках, дальномерах, а с недавнего времени и в электронных тахеометрах.

Принципы трехмерного лазерного сканирования и моделирования

Типовая система способна производить работы по получению трехмерной цифровой модели с точностью от долей миллиметров до 5 см на расстоянии от нескольких десятков метров до 2500м. Необходимое для этого время составляет от нескольких секунд до десятков минут с полем зрения от 40x40 градусов до 360x180 градусов, и подходит для съемки и моделирования местности и инженерных объектов.

Система состоит из портативного, работающего в автоматическом режиме, пульсового лазера и полевого персонального компьютера со специализированным программным обеспечением. Для сканирования пользователь направляет лазер в сторону объекта (если можно так сказать про систему с полем зрения 360x180°), встроенная система визуализации выводит на экран компьютера изображение, позволяющее оператору контролировать поле зрения сканера. Оператор при необ-

ходимости уточняет область сканирования, расстояние между точками (разрешение) и запускает процесс сканирования, после чего прибор автоматически сканирует выбранную область при помощи оптико-механических систем, быстро «проводящих» пульсирующим лазерным лучом сканера по измеряемой области.

Система не требует применения отражателей, так как используется безотражательный принцип работы. Трехмерная конфигурация снимаемой поверхности регистрируется с одновременным выводом на дисплей в виде массива точек, имеющих три координаты и, как правило, показатели интенсивности отражения и/или «истинного цвета». Таким образом, мгновенно создается трехмерная растровая модель снимаемого объекта.

Возможно термины «трехмерный растр» или «трехмерный массив точек» не совсем корректно описывают то, что получается в результате лазерного сканирования, но на момент подготовки данного материала более подходящих определений подобрать не удалось.

Результаты сканирования (сканы), проведенного с различных точек, могут быть «сшиты» друг с другом для создания полной модели комплекса конструкций и местности с помощью программного обеспечения (ПО). ПО позволяет визуализировать модель, вращать объект, перемещаться и проводить измерения между любыми точками или моделируемыми поверхностями, «заглядывать», «гулять» по только что снятому объекту. Каждая графическая точка может быть окрашена в зависимости от интенсивности отраженного лазерного сигнала, «истинного цвета» или другого параметра (например, высотной отметки или удаления от точки съемки), что улучшает визуализацию объекта. Подобной функцией обладают не только специализированные «сканерные» программы, но и более широко распространенные программные продукты.

По полевым данным возможно построение модели снимаемой местности или объекта — объединения точек в сеть триангулированных ячеек (TIN-модель). Программа автоматически определяет границы ячеек, формирует очертания отдельных объектов, анализирует интенсивность и цвет изображения и получает модель с четкими контурами и цветовым разграничением различных геометрических элементов (откосы, трубы, резервуары, стальные конструкции и т.д.). Процесс занимает немного времени, что позволяет получать трехмерное изображение объекта непосредственно в полевых условиях.

Трехмерная модель, получаемая в процессе сканирования, изначально не является векторной (т.е. не описана набором математических уравнений), но по ней можно выполнять пространственные измерения: вычислять объемы насыпи и выемки, расстояния между точками, нормальные расстояния от точки до поверхности, между поверхностями и осями и отдельными составляющими модели. Точечный массив может быть преобразован в векторную трехмерную модель и двухмерные рисунки с помощью различных программ, которые могут использоваться вместе со сканирующими и моделирующими системами и содержат библиотеки объектов. Модель и контуры могут быть напрямую перенесены в среду AutoCAD (Autodesk, Inc., США), MicroStation (Bentley Systems, Inc., США), 3D StudioMax и других САПР и ГИС.

Недостатками трехмерной растровой модели являются большой объем занимаемой памяти (до 18 Мб на один «скан» при поле зрения 360x180 и угловом разрешении 0,1) и более медленное манипулирование. Векторная трехмерная модель того же объекта занимает всего 20-500 Кб. В то же время растровая модель имеет ряд преимуществ: она получается сразу же после завершения сканирования и стоит дешевле. Необходимо четко оценивать целесообразность векторизации изображения, поскольку в некоторых случаях (например, для контроля формы в процессе строительства, вычисления объемов, проведения измерения на недоступных участках и т.д.) достаточно и необходимо по временным и материальным затратам иметь растровую модель.

Преимущества метода перед тахеометрической съемкой и другими наземными видами съемки:

- мгновенная трехмерная визуализация;
- высокая точность;
- более полные результаты;
- быстрый сбор данных;
- безопасная работа при съемке труднодоступных и опасных объектов.

Финансовые затраты по сбору данных и моделированию объекта методами трехмерного лазерного сканирования на небольших участках и объектах сопоставимы с традиционными методами съемки, а на участках большой площади или протяженности - ниже. Даже при сопоставимых расходах на съемку, полнота и точность результатов лазерного сканирования позволяют избежать дополнительных расходов на этапах проектирования, строительства и эксплуатации объекта. Сравнение временных затрат просто бессмысленно - счет идет на порядки.

Преимущества метода перед фотограмметрическими способами съемки

Лазерное сканирование и моделирование аналогично фотограмметрическим методам, но позволяет получать координаты с одной точки стояния и без последующей камеральной обработки - с возможностью контроля измерений непосредственно в полевых условиях. Кроме того, обеспечивается более высокая точность измерений по сравнению с фотограмметрическими методами при одинаковом удалении от снимаемого объекта.

Важнейшими преимуществами лазерного сканирования являются:

- возможность фиксирования некоторыми моделями сканеров первого и/или последнего отражения, что позволяет разделять отраженный сигнал от растительности и поверхности земли - «пробивать» растительность;
- более простая схема привязки к системе координат.

Ситуация со сравнением финансовых и временных затрат, также в пользу лазерного сканирования. В тех случаях, когда отсутствует необходимость в векторизации трехмерного раstra, работа с результатами лазерного сканирования может выполняться в режиме реального времени, что для фотограмметрических способов невозможно.

Области применения лазерного сканирования

Горная промышленность:

- создание и поддержание цифровых моделей открытых карьеров и подземных выработок (присутствие в результатах данных по интенсивности отражения и цвету позволяет создавать и геологические модели);

- определение объемов выработок и складов;
- маркшейдерское сопровождение буровзрывных работ.

Строительство и эксплуатация инженерных сооружений:

- контроль за строительством;

- корректировка проекта в процессе строительства;

- оптимальное планирование и контроль перемещения, установки и удаления крупных частей сооружений или оборудования;

- монтажные работы, калибровка;
- исполнительные съемки в процессе и по окончании строительства;
- мониторинг состояния объекта при эксплуатации.

- Инженерные изыскания с применением воздушного лазерного сканирования:

- оперативное проведение инженерных изысканий на больших территориях;
- мониторинг больших территорий.

Основные технические характеристики наземных лазерных сканеров

Точностьот 5 мм до 5 см

Дальность действия, м от 25 до 2500

Угол поля зрения от 40x40 до 180°

Время сканирования от 15 сек до 15 мин

Количество точекот нескольких тысяч до нескольких миллионов

Россия и США подписали заявлени о сотрудничестве в области спутников

Россия и США подписали совместное заявление, в котором говорится о намерении сторон сотрудничать в области гражданских навигационных спутниковых систем. В документе, распространенном во вторник в Вашингтоне пресс-службой госдепартамента США, подчеркивается, что делегации России и США провели с 9 по 10 декабря переговоры о сотрудничестве в рамках американской системы GPS и российской ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система). "Обе стороны подтвердили свою приверженность продолжению этих переговоров, а также подтвердили, что США и РФ намерены и дальше продолжать предоставлять гражданскую часть сигнала GPS и ГЛОНАСС для использования в коммерческих, научных и спасательных целях на непрерывной глобальной и бесплатной основе для непосредственных пользователей", - отмечается в заявлении, в котором указывается, что Россия и США планируют создать рабочие группы по взаимодействию своих систем спутниковых сигналов и "начнут предварительные переговоры по соглашению о сотрудничестве между системами GPS и ГЛОНАСС".

2.6 CREDO ОБЪЕМЫ



Информация актуализирована для версии 1.1.
НАЗНАЧЕНИЕ: моделирование поверхностей и расчет объемов между поверхностями, выдача текстовых и графических материалов по результатам расчетов.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ: геодезическое обеспечение строительства при производстве земляных работ, маркшейдерское обеспечение добычи полезных ископаемых открытых месторождений, ведение календарных планов учета объемов на складах сырья и строительных материалов.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- Чтение данных CREDO_TER, CREDO_MIX, CREDO_DAT.
- Импорт точек из текстовых файлов с информацией типа NXYH, данных в формате DXF.
- Подгрузка файлов черно-белых и цветных растровых изображений карт, планов, аэрофотоснимков в форматах BMP, TIFF, GIF, PCX, а также файлов формата TMD, подготовленных в программе ТРАНСФОРМ.

ОРГАНИЗАЦИЯ ДАННЫХ

Полный набор данных на территорию формируется в иерархической структуре проектов, позволяющих группировать данные по необходимым для пользователя принципам, например, по площадной принадлежности (участки, склады, карьеры и т.п.), или составу данных (этапы или периоды добычи, отсыпки), или их комбинации. В свою очередь, проекты состоят из иерархически организованных слоев. Обеспечивается использование многопользовательской и локальной баз данных, возможность параллельной работы над проектом.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

- Создание элементов цифровой модели при помощи методов координатной геометрии: точек и прямых.
- Моделирование геометрии объектов плана графическими масками, регионами.
- Обработка линейных и полярных засечек, обмеров, створных измерений
- Поддержка однострочного и многострочного текста
- Поиск точек по именам и параметрам.
- Вывод геометрической информации объектов модели.
- Построение цифровой модели рельефа нерегулярной сеткой треугольников с созданием и учетом структурных линий.
- Отображение участков рельефа разными типами в соответствии с настройками стилей поверхностей – горизонталями (с возможностями изменения высоты сечения, создания их подписей и бергштрихов, отображения дополнительных и полугоризонталей), а также откосами и обрывами (с изменяемым шагом и длиной штрихов).

○Выполнение разреза по произвольной линии, по полилинии. Возможность изменения масштаба по горизонтали и вертикали для удобства работы и отображения разреза.

○Расчет объемов земляных масс различными методами: для всей перекрывающейся поверхности слоев, в пределах участка, ограниченного произвольно указанным контуром в пределах региона или площадного объекта, в полосе вдоль линейных объектов.

○Создание картограммы земляных масс, формирование по результатам расчетов общей ведомости объемов работ, по сетке квадратов или вдоль трассы с заданным шагом.

○Создание, редактирование и выпуск топографических планов в виде листов чертежа с использованием шаблонов.

○Импорт в чертежную модель текстовых файлов в формате TXT и RTF.

ЭКСПОРТ:

○чертежной модели в файлы формата DXF, экспорт точек в файлы формата TXT;

○использование созданной цифровой модели в других системах CREDO III;

○использование созданной цифровой модели местности в программе CREDO КОНВЕРТЕР для дальнейшего экспорта в форматы 3D DXF и MIF/MID.

РЕЗУЛЬТАТЫ

○Цифровая модель местности или участков работы.

○Ведомости объемов.

○Планы в виде листов чертежа.

○Файлы формата DXF.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ:

Редактор ведомостей с возможностью модификации состава и вида выходных текстовых документов.

○Редактор символов для формирования условных знаков.

○Редактор классификатора, обеспечивающий создание условных знаков с отображением их в соответствии с настройками в плане, а также продольном и поперечном сечениях на разрезе, собственных типов тематических объектов, состава семантической информации и условий генерализации.

○Редактор линий и штриховок для формирования индивидуальных типов линий и штриховок.

○Менеджер проектов и наборов проектов для обмена Наборами проектов плана и проектами, входящими в их состав, с сохранением свойств и структуры набора, обмена проектами и группами проектов одного типа между базами, используемыми системами CREDO III.

ВНУТРЕННИЕ ФОРМАТЫ ДАННЫХ: формат CREDO, файлы типа PRX, MPRX, OBX, DBX, для обмена данными между базами данных.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНТЕРФЕЙСА: стандартный интерфейс Windows. Язык русский с возможностью настройки выходных форм на любом языке, поддерживаемом Windows.

2.7 CREDO ДОРОГИ



○ Данные, подготовленные в системах на платформе CREDO III

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

○ Использование Корпоративных и Персональных баз данных.

○ Использование данных проекта Трассы АД.

○ Оценка дороги по показателям:

○ коэффициенты аварийности, рассчитанные согласно Рекомендациям по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах (утв. Распоряжением Минтранса РФ от 24.06.2002 № ОС-557-Р). Ввод дополнительных исходных данных для расчета;

○ расстояния видимости (в прямом и обратном направлениях), определяемые на основании готового проектного решения. Ввод ситуационных препятствий, учет рельефа. Определение элементов, ограничивающих видимость;

○ ровности IRI, рассчитываемого путем моделирования проезда расчетного автомобиля (с настраиваемыми параметрами подвески и скорости) согласно положениям Технического отчета Всемирного банка №46 (World Bank Technical Paper Number 46 «Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements», M.W.Sayers, T.D. Gillespie, W.D.O.Paterson, 1986, 87 p.), как для проектного, так и для черного профилей. Учет технологической неровности при использовании определенного класса точности машин и механизмов при строительстве или ремонте дороги.

○ Получение ведомостей итогового коэффициента аварийности, ровности IRI. Использование настраиваемых шаблонов ведомостей.

○ Создание данных для чертежной модели линейного графика с эпюрой итогового коэффициента аварийности с использованием шаблонов чертежей, штампов, сеток профилей.

РЕЗУЛЬТАТЫ:

Чертеж линейного графика с эпюрой итогового коэффициента аварийности.

○ Текстовые документы в виде ведомостей итогового коэффициента аварийности, ровности IRI, видимости.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ

СИСТЕМЫ:

Редактор шаблонов, Редактор ведомостей.

○ Менеджер проектов и наборов проектов.

○ Менеджер баз данных.

○ Корпоративный менеджер баз данных.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНТЕРФЕЙСА: стандартный интерфейс Windows.

Язык русский с возможностью настройки выходных форм на любом языке, поддерживаемом Windows.

2.8 CREDO ГЕНПЛАН



Назначение: проектирование генеральных планов промышленных предприятий, сооружений, строительных площадок, объектов архитектуры и градостроительства, жилищно-гражданских объектов.

Область применения: проектирование, строительство и эксплуатация строительных объектов, маркшейдерское обеспечение добычи полезных ископаемых.

Исходные данные: данные, подготовленные в системах на платформе CREDO III. Чтение данных CREDO_TER, CREDO_PRO, CREDO_MIX, текстовые файлы типа CXYZ, данные в формате DXF. Черно-белые и цветные растровые файлы карт, планов, аэрофотоснимков в форматах *.bmp, *.pcx, *.tif, *.gif, а также файлы формата *.tmd, подготовленные в программе ТРАНСФОРМ.

Основные функции:

- возможность работы со сложно организованными объектами, распределение данных проектируемого объекта по отдельным разделам проекта, по стадиям выполнения, по составу элементов либо в необходимой для пользователя комбинации;
- использование многопользовательской и локальной баз данных, возможность параллельной работы над проектом;
- создание, использование библиотеки типовых проектов, типовых альбомов и отдельных чертежей в форматах CREDO и DXF;
- возможность преобразования данных проекта различными методами трансформации;
- копирование или вырезка части или всех данных проектируемого объекта в другой проект;
- создание группы элементов, возможность создания проекта из группы;
- объединение данных из различных проектов в один из проектов, участвующих в объединении, либо в новый проект;
- одновременное использование нескольких систем координат: местной, строительной, временной системы координат относительно маски. Расширенные возможности настройки вида строительной сетки;
- разнообразные возможности для решения задач горизонтальной планировки. Использование в качестве базовых элементов геометрии точки, прямой, окружности, клотоиды, сплайна. Перенос, копирование, масштабирование, поворот, совмещение по двум точкам элементов геометрии. Построение сопряжений между двумя элементами различными способами. Разбивка улично-дорожной сети, отрисовка зданий, сооружений, подъездов, тротуаров и других элементов генплана интерактивными методами построений, в том числе, ортогонально или эквидистантным переносом уже имеющихся построений. Редак-

тирование геометрии элементов горизонтальной планировки путем изменения конфигурации или замены ее сегментов прямыми, окружностями, сплайнами;

- проставление необходимых размеров в соответствии с нормативными требованиями и предлагаемыми стилями. Индивидуальная настройка стилей размеров;

- широкий выбор методов создания и редактирования поверхностей в зависимости от исходных данных, ограничений к области создания. Моделирование плоскостей различными способами, создание точек, структурных линий и поверхностей в плоскости;

- разнообразные настройки для отображения поверхностей в соответствии с назначенным стилем, проставление бергштрихов и надписей горизонталей;

- возможность заполнения пустот внутри созданной поверхности;

- создание профиля структурной линии в окне плана. Эквидистантный перенос ранее созданной структурной линии с возможностью изменения индивидуальных параметров, позволяющий быстро моделировать поверхности площадок, подъездов и др.;

- нахождение линий пересечения двух поверхностей, двух плоскостей, поверхности и плоскости. Различные способы отображения линий пересечения в зависимости от требований с вариантом сохранения их в слое, не участвующем в построении. Участие в последующем разбиении поверхностей не всех найденных линий пересечения, а только выбранных. Возможность разбиения поверхности по границе линии пересечения на две части с автоматическим удалением ненужной части;

- проектирование вертикальных поверхностей (бортовых камней, подпорных стенок, стен зданий и т.п.) с возможностью последующего редактирования их высотного положения;

- моделирование поверхностей типа откос и конус с неизменным значением поперечного уклона или заложения. Интерактивное редактирование поверхности при помощи управляющих;

- возможность конструирования оси проездов, вертикальных стенок, бортовых камней и других элементов в окне профиля структурной линии. Возможность просмотра поперечников;

- выполнение разреза по произвольной линии, по полилинии. Получение информации о координатах x , y , z в любой точке разреза. Возможность изменения масштаба по горизонтали и вертикали для удобства работы и отображения разреза;

- просмотр трехмерного изображения поверхностей в статическом и динамическом режимах;

- расчет объемов земляных масс различными методами: для всей перекрывающейся поверхности слоев, в пределах участка, ограниченного произвольно указанным контуром в пределах региона или площадного объекта, в полосе вдоль линейных объектов. Создание картограммы земляных масс, формирование по результатам расчетов общей ведомости объемов работ или ведомостей по сетке квадратов либо с заданным шагом вдоль трассы;

- отображение элементов генплана, коммуникаций, благоустройства и озеленения условными знаками с использованием Классификатора тематических объектов, содержащего редактируемую информацию по точечным, линейным и площадным тематическим объектам;

- создание сводного плана инженерных сетей;

- моделирование профиля коммуникации в окне плана или в окне профиля; в случае пересечения коммуникаций – отображение пересечек в профиле соответствующими условными знаками;

- создание и просмотр развернутого плана ЦММ с возможностью снесения данных на профиль коммуникации;

- возможность введения для проектируемого объекта или его отдельных элементов необходимой семантической информации;

- возможность автоматического создания подписей для точечных, линейных и площадных тематических объектов в соответствии с выполненными настройками;

- выполнение измерений между точками с получением информации об уклонах и расстояниях, отображение указателей стока, значений стока для поверхностей, получение информации о различных элементах проекта;

- поддержка однострочного и многострочного текста;

- перенос, поворот, копирование, масштабирование, совмещение по двум точкам, изменение высот, перенос в другой слой одного или множества элементов горизонтальной и вертикальной планировки, а также ситуационных откосов, текстов, размеров. Редактирование элементов горизонтальной планировки, структурных линий, коммуникаций, удлиняя, обрезая или разделяя их относительно указанной или созданной границы;

- возможность создания схемы компоновки чертежей;

- возможность графического оформления и выпуск чертежей профиля коммуникации и профиля проезда;

- создание, редактирование и выпуск чертежей плана;

- создание и выпуск комплексных чертежей, совмещающих в себе как чертеж плана, так и чертеж профиля;

- использование готовых шаблонов для выпуска чертежей плана и профиля.

Экспорт:

- чертежной модели проекта в файлы формата DXF, экспорт точек в файлы формата TXT;

- использование созданной цифровой модели проекта в других системах CREDO III для решения различных задач;

- использование созданной цифровой модели проекта в программе CREDO КОНВЕРТЕР для дальнейшего экспорта в форматы САПР и ГИС систем сторонних производителей.

Результаты:

- трехмерная цифровая модель проекта;

- чертежи, в том числе, разбивочный план, план организации рельефа, сводный план инженерных сетей, план земляных масс, план благоустройства территории, чертежи профилей проездов, коммуникаций;

- разбивочные ведомости плана, ведомость отметок профиля, ведомости объемов земляных работ. Ведомости тематических объектов, позволяющие сформировать, например, ведомость водоотводных сооружений; экспликации зданий и сооружений; ведомость тротуаров, дорожек и площадок; ведомость пересекаемых наземных и подземных коммуникаций.

Вспомогательные подсистемы:

- менеджер проектов и наборов проектов для обмена Наборами проектов плана и проектами, входящими в их состав, с сохранением свойств и структуры набора, обмена проектами и группами проектов одного типа между базами, используемыми системами CREDO III;

- редактор шаблонов чертежей с возможностью создания шаблонов и настройки собственных штампов, состава и вида подвала (сетки);

- редактор ведомостей с возможностью модификации состава и вида выходных текстовых документов;

- редактор символов для формирования условных знаков;

- редактор классификатора, обеспечивающий создание условных знаков с отображением их в соответствии с настройками в плане, а также в продольном и поперечном сечениях на разрезе, собственных типов тематических объектов, состава семантической информации и условий генерализации;

- редактор линий и штриховок для формирования индивидуальных типов линий и штриховок.

Внутренние форматы данных: формат CREDO; файлы типа PRX, MPRX, OBX и DBX для обмена данными между базами данных.

Характеристика интерфейса: стандартный интерфейс Windows. Язык русский с возможностью настройки выходных форм на любом языке, поддерживаемом Windows.

3.1 ОТКОС – УСТОЙЧИВОСТЬ ОТКОСОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА



НАЗНАЧЕНИЕ: расчет устойчивости откосов земляного полотна.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ: проектирование автомобильных дорог.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- общие данные (климатические, параметры верхней части земляного полотна и проезжей части, параметры нагрузки);
- параметры откосной части насыпи или выемки;
- типы укрепления откосной части;
- параметры кюветной части выемки;
- параметры основания земляного полотна;
- данные для расчета коэффициента запаса устойчивости.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

- формирование и корректировка базы данных по грунтам, в том числе:
- начальное формирование базы из грунтов, классифицированных в СНиП,
- дополнение базы грунтами по результатам лабораторных испытаний и из других источников.

○ решение задач механики грунтов и расчет устойчивости откосов, в том числе:

- расчет толщины эквивалентного слоя,
- построение начальной кривой скольжения по методу Феллениуса,
- поиск опасной кривой скольжения методом по координатного спуска;
- расчет устойчивости земляного полотна по модифицированному методу

Терцаги для каждой кривой скольжения, в том числе:

- разбивка оползающего массива на блоки,
- расчет площади и веса блоков с учетом параметров каждого слоя грунта в земляном полотне,
- расчет сдвигающих сил, сил трения и сцепления в каждом блоке,
- расчет сдвигающих и удерживающих моментов,
- расчет параметров равноустойчивого откоса по методу Н.Н.Маслова.
- анализ силового воздействия подземных вод и сейсмического воздействия на общую устойчивость;

- расчет местной устойчивости откосов земляного полотна;
- анализ и просмотр результатов, корректировка данных, повторные расчеты.

РЕЗУЛЬТАТЫ: таблицы исходных данных и результатов расчета в формате HTML; графическое представление исходных данных, результатов анализа и расчета в виде чертежей.

ВНУТРЕННИЙ ФОРМАТ ДАННЫХ: формат CREDO.

3.2 РАБС



НАЗНАЧЕНИЕ: автоматизированное технологическое проектирование асфальтобетонных смесей с оптимизацией их свойств и экономических показателей в производственно-технических отделах АБЗ, применяемых для устройства покрытий и оснований автомобильных дорог, аэродромов, городских улиц и площадей, дорог промышленных предприятий в соответствии с действующими строительными нормами.

Нормативные документы:

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ:

- Республика Беларусь - СТБ 1033-2004.
- Межгосударственный стандарт - ГОСТ 9128-97 Азербайджанская Республика, Республика Армения, Республика Казахстан, Кыргызская Республика, Республика Молдова, Российская Федерация, Республика Таджикистан.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ: промышленное, гражданское и транспортное строительство, промышленность строительных материалов.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- регион действия стандарта;

- характеристики и стоимость исходных материалов;
- состав нормативных требований к проектируемой асфальтобетонной смеси;
- характеристики стандарта предприятия (при необходимости) для смесей, отличающихся от ГОСТ, СТБ.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

- генерирование до 10000 вариантов состава асфальтобетонной смеси заданного класса (горячий, холодный, теплый), вида (крупнозернистого, мелкозернистого, песчаного), группы (высокоплотного, плотного, пористого, высокопористого), типа гранулометрии (А, Б, В, Г, Д), разновидности гранулометрии (непрерывной, прерывистой);
- направленный поиск варианта состава смеси с самой плотной упаковкой минеральных зерен;
- направленный поиск варианта состава самой дешевой смеси по стоимости минеральных материалов;
- расчет расхода материалов на 1 т смеси;
- расчет стоимости материалов в выбранном варианте асфальтобетонной смеси;
- табличное и графическое документирование технологических расчетов состава асфальтобетонной смеси.

РЕЗУЛЬТАТЫ:

Таблицы (ведомости)

- характеристики исходных материалов;
- основные показатели всех вариантов смеси;
- направленного поиска самой плотной смеси;
- направленного поиска самой дешевой смеси;
- характеристики самой дешевой смеси;
- характеристики самой плотной смеси;
- характеристики смеси по номеру варианта;
- стоимости материалов в смеси;
- характеристики смеси, самой близкой к стандарту, если для заданного набора исходных минеральных материалов не удастся подобрать ни один вариант, соответствующий стандарту.

Графики гранулометрии:

- самой дешевой смеси;
- самой плотной смеси;
- смеси по номеру варианта;
- смеси, самой близкой к стандарту, если для заданного набора исходных минеральных материалов не удастся подобрать ни один вариант, соответствующий стандарту.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНТЕРФЕЙСА: стандартный интерфейс Windows. Язык русский.

3.3 ГРИС – ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ МАЛЫХ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ



НАЗНАЧЕНИЕ: комплекс расчетных программ, позволяющий выполнить расчеты стоков дождевых паводков и талых вод, а также рассчитать пропускную способность малых искусственных сооружений: круглой трубы, прямоугольной трубы, малого моста.

ГРИС включает две программы: ГРИС_С и ГРИС_Т. Эти программы работают автономно. Программа ГРИС_Т может использовать данные расчетов, сделанных в программе ГРИС_С.

ГРИС_С – Расчет стоков дождевых паводков и талых вод

НАЗНАЧЕНИЕ: определение расходов и объемов стоков дождевых паводков и талых вод.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ: проектирование автомобильных и железных дорог.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ: материалы полевых изысканий.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

- расчет стока дождевых паводков по формуле МАДИ/Союздорпроекта;
- расчет стока дождевых паводков по формуле предельной интенсивности СНиП 2.01.14-83;
- расчет стока дождевых паводков по редуцированной формуле СНиП 2.01.14-83;
- расчет стока дождевых паводков по ВСН 24-87 (расчет составлен по ведомственным строительным нормам для Беларуси);
- расчет стока дождевых паводков по формуле УкрНИГМИ (Украина);
- расчет стока дождевых паводков по редуцированной формуле II СП 33-101-2003;
- расчет стока дождевых паводков по формуле предельной интенсивности III СП 33-101-2003;
- расчет стока талых вод по СНиП 2.01.14-83;
- расчет стока талых вод по ВСН 24-87 (расчет составлен по ведомственным строительным нормам для Беларуси);
- расчет стока талых вод по формуле УкрНИГМИ (Украина);
- расчет стока талых вод по СП 33-101-2003.

РЕЗУЛЬТАТЫ: таблицы по результатам расчетов, в том числе, в формате RTF.

ВНУТРЕННИЕ ФОРМАТЫ ДАННЫХ: формат CREDO.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНТЕРФЕЙСА: стандартный интерфейс Windows.

ГРИС_Т – Расчет пропускной способности труб и малых мостов

НАЗНАЧЕНИЕ: расчет пропускной способности малых искусственных сооружений: круглой трубы, прямоугольной трубы, малого моста.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ: проектирование автомобильных и железных дорог.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ: материалы полевых изысканий, данные расчетов программы ГРИС_С и принятые проектные решения.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

- определение водопропускной способности существующих круглых и прямоугольных труб, а также малых мостов;
- подбор типовых размеров нового искусственного сооружения по гидравлическим показателям как с учетом аккумуляции, так и без нее.

РЕЗУЛЬТАТЫ: таблицы по результатам расчетов, в том числе, в формате RTF.

ВНУТРЕННИЕ ФОРМАТЫ ДАННЫХ: формат CREDO.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНТЕРФЕЙСА: стандартный интерфейс Windows.

ТРУБЫ



НАЗНАЧЕНИЕ: автоматический подбор схемы средней части трубы и конструирование труб из элементов типовых проектов или произвольных элементов в соответствии с типовыми проектами.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ:

Автоматический подбор средней части трубы осуществляется в соответствии с типовыми проектами:

Серия 3.501.1-144 Трубы водопропускные круглые железобетонные сборные для железных и автомобильных дорог.

Серия 3.501.3-183.01 Трубы водопропускные круглые из гофрированного металла для железных и автомобильных дорог.

Серия 3.503.1-112.97 Трубы водопропускные круглые железобетонные из длинномерных звеньев (для опытного применения) – диаметром 1,5 м; 2х1,5 м; 3х1,5 м.

Индивидуальное конструирование труб осуществляется в соответствии с типовыми проектами:

Серия 3.503.1-144.1 Выпуск 1. Индустриальные изделия.

ОСТ 35-27.1-85 Звенья железобетонные круглых и прямоугольных водопропускных труб под железные и автомобильные дороги. Конструкция и размеры.

Серия 3.503.1-112.97 Выпуск 1. Блоки труб. Технические условия. Рабочие чертежи.

Серия 3.501.1-177.93 Выпуск 1-1. Звенья труб, блоки фундаментов и оголовков для умеренных и суровых климатических условий.

Серия 3.501.1-177.93 Выпуск 1-2. Звенья труб, блоки фундаментов и оголовков для особо суровых климатических условий. Технические условия. Рабочие чертежи.

Серия 3.501.3-183.01 Выпуск 1. Изделия заводского изготовления. Рабочие чертежи.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ: промышленное, гражданское и транспортное строительство, область применения определяется конструктивными показателями звеньев трубы и нормируется типовыми проектами.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

расчетная глубина промерзания;
расчетная отрицательная температура;
данные по черному профилю;
данные по проектному профилю;
данные по геологии.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

ввод данных по проектному и черному поперечникам, в том числе: импорт данных по поперечникам из CAD_CREDO, разрезов из CREDO_MIX, файлов с описанием разрезов в формате *.txt.;

ввод данных по геологии;

создание проектной линии трубы;

автоматизированный подбор схемы средней части трубы, исходя из условий проектирования;

конструирование труб из элементов типовых проектов или произвольных элементов в соответствии с типовыми проектами;

проектирование укреплений трубы и русла.

проектирование котлована;

создание ведомости основных объемов работ в виде файла формата MS Word;

автоматизированное создание в AutoCAD чертежей фасада, плана, вида слева, разреза, поперечника, геологической скважины, с возможностью добавления ведомости основных объемов работ, спецификации сборного железобетона и элементов оформления чертежа;

дополнительны функции по доработке чертежей в AutoCAD, в том числе: расстановка отметок, линейных размеров, уклонов, добавление рамок, создание произвольных штампов, спецификаций, ведомостей;

редактирование существующих, добавление новых элементов труб при помощи специализированного редактора и дополнение различных показателей элементов;

получение чертежа любого элемента трубы.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ: утилита для доработки чертежей в AutoCAD.

РЕЗУЛЬТАТЫ:

чертежи в формате dxf.;

спецификация сборных железобетонных элементов;

чертеж геологической скважины;

ведомость основных объемов работ в формате MS Word.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНТЕРФЕЙСА: стандартный интерфейс Windows.
Язык русский.

МОСТ



НАЗНАЧЕНИЕ: проектирование мостового полотна и пролетного строения, крайних и промежуточных опор, сопряжения моста с насыпью подходов, регуляционных сооружений, подходов.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ: проектирование малых, средних, больших мостов и путепроводов с железобетонными и сталежелезобетонными пролетными строениями, с различными типами опор.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Информация по «черной» земле.

Данные проектного профиля по оси проезжей части.

Геологические скважины.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

Проектирование малых, средних, больших мостов и путепроводов с железобетонными и сталежелезобетонными пролетными строениями с различными типами опор при строительстве и реконструкции транспортных сооружений на автомобильных дорогах I-V технических категорий.

РЕЗУЛЬТАТЫ:

Чертежи общего вида моста, опор, пролетных строений.

Палубочные, арматурные чертежи буронабивных столбов, сборных железобетонных столбов, арматурные чертежи заполнения свай-оболочек.

Опалубочные, арматурные чертежи блоков шкафной стенки, открылков, сборных железобетонных лестничных сходов и узлы объединения.

Схема раскладки балок пролетных строений на кривых в плане.

Спецификации, ведомости расхода стали на элемент, ведомости объемов работ.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНТЕРФЕЙСА: стандартный интерфейс Windows.

Графическая среда – AutoCAD.

МОСТ работает на базе системы AutoCAD версий 2007, 2008, 2009, 2010 x32.

3.4 РАДОН – РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НЕЖЕСТКОГО ТИПА



Назначение: автоматизированное конструирование и расчет дорожных одежд нежесткого типа для России, Беларуси и Украины.

Области применения: проектирование объектов транспортного строительства.

Исходные данные: климатические данные о районе строительства; основные характеристики дороги; состав и интенсивность движения автомобильного потока; нормативная расчетная нагрузка на ось; слои конструкции дорожной одежды и их характеристики; дополнительная информация при назначении морозозащитных, дренирующих, теплоизолирующих слоев.

Основные функции:

расчет нежестких дорожных одежд в условиях их усиления при реконструкции, капитальном ремонте и эксплуатации;

расчет конструкции дорожных одежд остановочных полос, обочин и укрепительных полос на обочинах;

расчет конструкций дорожных одежд с применением геосинтетических материалов в качестве трещинопрерывающих, армирующих, защитно-дренирующих прослоек в слоях покрытий, оснований и в слоях, располагаемых на блочно-трещиноватых основаниях;

расчет прогнозируемой величины ожидаемого колееобразования в процессе эксплуатации проектируемой конструкции;

оптимизация конструкции по стоимости конструктивных слоев;

обеспечение возможности создания базы местных грунтов с характеристиками, определенными путем лабораторных испытаний;

возможность добавления и корректировки характеристик асфальтобетонных смесей;

расчет морозозащитных слоев конструкции дорожной одежды с частичной заменой пучинистого грунта рабочего слоя;

расчет конструкций дорожных одежд с морозозащитными/теплоизолирующими слоями из материалов с характеристиками, заданными пользователем;

возможность после выполненного расчета внести изменения характеристик материалов конструктивных слоев и грунта рабочего слоя, а также их толщин, с повторным расчетом конструкции дорожной одежды, учитывая новые характеристики материалов слоев;

возможность формирования выходных ведомостей со всей необходимой пользователю информацией.

Результаты: протокол расчета, файл в формате RTF с информацией по исходным данным и результатам расчета.

Дополнительные характеристики. В программе реализованы методики расчета и требования нормативных документов.

Для России

ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд (Москва, 2002);

ОДН 218.1.052-2002 Оценка прочности нежестких дорожных одежд (Москва, 2003);

ОДН 218.3.039-2003 Укрепление обочин автомобильных дорог (Москва, 2003);

ОДМД Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог (Москва, 2003);

ОДМД Рекомендации по выявлению и устранению колеи на нежестких дорожных одеждах (Москва, 2002).

Для Украины

ВБН В.2.3-218-186-2004 Відомчі будівельні норми України Дорожній одяг нежорсткого типу (Київ, 2004).

Для Беларуси

Пособие к СНиП 3.06.03-85 Строительство и ремонт автомобильных дорог с использованием регенерированного асфальтобетона и прослоек из рулонных материалов (Минск, 1998).

Характеристика интерфейса: стандартный интерфейс Windows

3.5 ДИСЛОКАЦИЯ – РАЗМЕЩЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЯ



НАЗНАЧЕНИЕ: размещение технических средств организации движения.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ: проектирование автомобильных дорог.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

- Линейная генерация планов автомобильной дороги с автоматической расстановкой основных дорожных знаков, нанесением основной горизонтальной разметки, объектов дорожной обстановки, элементов обустройства и оснащения дороги в соответствии с дорожной ситуацией, описанной пользователем. Планы организации безопасности дорожного движения выполняются в соответствии с требованиями «Порядка разработки и утверждения проектов организации дорожного движения на автомобильных дорогах», ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств».

- Автоматическое формирование таблиц с информацией по элементам дороги в плане и продольном профиле, а также по количеству проектируемых дорожных ограждений и направляющих устройств, тротуаров и горизонтальной разметки.

- Создание геометрии объектов с использованием отрезков, полилиний, полигонов, точек.

- Интерактивное создание и редактирование дорожных знаков, горизонтальной разметки, объектов дорожной обстановки, элементов обустройства и оснащения дороги.

- Схематичное создание изображений индивидуальных дорожных знаков.

- Выполнение проверок расстановки столбов, перекрытия знаков на соблюдение допустимых минимальных расстояний между ними, проверка выполнения привязки знаков.

- Образмеривание объектов. Создание однострочного и многострочного текстов.

- Импорт изображений индивидуальных знаков в форматах BMP, JPG, PNG, EMF.

- Импорт растровых изображений в форматах BMP, JPG, EMF.

- Экспорт в файлы форматов EMF, BMP, JPEG, PNG.

○ Получение ведомостей размещения дорожных знаков; размещения барьерного ограждения; размещения сигнальных столбиков; размещения искусственного освещения; размещения остановок общественного транспорта; размещения пешеходных переходов; наличия светофорных объектов; размещения пешеходных дорожек; размещения пешеходных ограждений; сводной ведомости объемов горизонтальной дорожной разметки. Ведомости формируются в соответствии с требованиями «Порядка разработки и утверждения проектов организации дорожного движения на автомобильных дорогах».

○ Прямая печать чертежей, созданных в программе.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

○ Текстовые файлы формата TXT, создаваемые в модуле Редактор ввода исходных данных для описания дорожной ситуации.

○ Изображения индивидуальных знаков в форматах BMP, JPG, PNG, EMF.

○ Растровые изображения в форматах BMP, JPG, EMF.

○ Импорт данных из файлов дорожной лаборатории РОСДОРНИИ в Редактор ввода исходных данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ:

○ Чертежи планов организации безопасности дорожного движения могут быть выведены на принтер непосредственно из программы, либо экспортироваться в файлы форматов EMF, BMP, JPEG, PNG.

○ Ведомости размещения технических средств организации дорожного движения в формате DOC.

Для формирования и выпуска ведомостей в CREDO (КРЕДО) ДИСЛОКАЦИЯ 1.01 на компьютере должен быть установлен Microsoft Office Word версий 2003 или 2007.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ: Редактор ввода исходных данных.

3.6 ZNAK – ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ



НАЗНАЧЕНИЕ: проектирование индивидуальных дорожных знаков по методикам: ГОСТ 10807-78 СССР, ДСТУ 4100-2002 Украина, СТБ 1140-99 Беларусь, ГОСТ Р 52290-2004 Россия, а также СТ РК 1125-2002 Казахстан.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ: проектирование автомобильных дорог.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ: элементы проекта, элементы чертежа с выбранным номером знака/знаков и его/их параметрами, элементы оформления для каждого чертежа.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

○ создание проекта, состоящего из одного или нескольких чертежей (страниц), на каждом из которых может быть размещен один или несколько щитов индивидуальных дорожных знаков;

- представление в виде иерархической структуры всех данных о конфигурации и параметрах щита и его элементов, позволяющих на любой стадии проектирования изменять данные;

- создание, дополнение, редактирование и использование библиотеки готовых знаков и указателей направлений. Использование для этих целей встроенного в программу Редактора указателя направлений;

- возможность работы не только с пиктограммами, поставляемыми с программой, но и с графическими файлами (растровыми и векторными), находящимися вне программы в форматах png, jpg, jpeg, bmp, ico, emf, wmf;

- автоматическая, ручная или комбинированная расстановка размеров для всех элементов знака на чертеже;

- автоматическая и ручная компоновка элементов знака на щите;

- возможность выбора и компоновки элементов для оформления чертежей: формата и ориентации бумаги отдельно для каждого чертежа проекта, вертикальных и горизонтальных штампов, примечаний для каждого знака, таблицы используемых символов;

- вывод на печать в черно-белом, контурном или цветном варианте с настройкой соответствия цвета на экране и печатающем устройстве;

- экспорт всего проекта, активной страницы или выбранного щита индивидуального знака в форматы растровых и векторных изображений: BMP, JPEG, WMF, EMF, PNG, PDF, DXF.

РЕЗУЛЬТАТЫ:

- чертежи индивидуальных дорожных знаков с примечаниями, штампами и таблицей используемых символов;

- файлы форматов: BMP, JPEG, WMF, EMF, PNG, PDF, DXF.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНТЕРФЕЙСА: стандартный интерфейс Windows.

3.7 CREDO GEO – ОБЪЕМНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБЪЕКТА



НАЗНАЧЕНИЕ: моделирование геологического строения площадки или полосы изысканий, построение чертежей инженерно-геологических разрезов, экспорт геологического строения по разрезам в проектирующие системы.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ: инженерно-геологические изыскания, геологическое обеспечение проектирования промышленных, гражданских и транспортных объектов.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- Данные, подготовленные в системах на платформе CREDO III.

- Данные в форматах CREDO_TER (КРЕДО ТЕР) 2002, CREDO_PRO, CREDO_MIX (КРЕДО МИКС) 2002.

- Данные в форматах CREDO_GEO (КРЕДО ГЕО) 2002.

- Данные по геологической легенде и выработкам из файлов формата OFG, подготовленных в программах CREDO_GEO (КРЕДО ГЕО) Колонка, CREDO_GEO (КРЕДО ГЕО) Лаборатория.

- Импорт точек из текстовых файлов типа CXYZ.
- Файлы формата DXF версий AutoCAD 14, 2000, 2004.
- Черно-белые и цветные растровые файлы карт, планов, аэрофотоснимков, формата BMP, TIFF, GIF, PCX, а также файлы формата TMD, подготовленные в программе CREDO (КРЕДО) ТРАНСФОРМ 3.0.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

- Использование Корпоративных и Персональных баз данных.
- Импорт данных из файлов формата DXF, TMD, растровых файлов BMP, TIFF, GIF и PCX и текстовых файлов, описывающих точки.
- Импорт геологических данных из файлов формата OFG, OGM.
- Линейная трансформация модели. Возможность использования нескольких систем координат (местная и строительная), временная система координат относительно маски.
 - Загрузка из базы данных цифровых моделей местности и проекта.
 - Ввод и редактирование геологической легенды на объекте с использованием данных геологического классификатора.
 - Определение поверхностей рельефа и естественного рельефа.
 - Разнообразные методы привязки координат устья вертикальных инженерно-геологических выработок: без координат, с плановыми координатами, по пикетажу линейного объекта.
 - Наполнение данных по выработкам семантической информацией, настройка стиля отображения выработок и их подписей на плане.
 - Наполнение колонки выработки разнообразными интервальными данными, такими как, геологические слои, включения, консистенции, степени влажности, криотекстуры, горизонты подземных вод и уровни мерзлоты, интервальные пробы, и др., в соответствии с данными геологического классификатора.
 - Наполнение колонки выработки разнообразными точечными данными, такими как, опробование, испытания, серии замеров в соответствии с данными геологического классификатора.
 - Создание и редактирование плановой геометрии геологических разрезов.
 - Создание и редактирование плоской модели геологического строения по геологическому разрезу или линейному тематическому объекту.
 - Создание и редактирование полосной модели геологического строения по геологическому разрезу или трассе автомобильной дороги.
 - Создание объемной геологической модели площадки или полосы изысканий и редактирование ее в профилях линейных объектов.
 - Обмен данными моделей геологического строения в линейных объектах.
 - Измерения и проставление размеров. Создание надписей в виде однострочного и многострочного текста. Получение информации по объектам модели.
 - Создание и просмотр развернутого плана ЦММ с возможностью снесения данных на профиль коммуникации.
 - Создание и графическое оформление чертежей продольного профиля геологических разрезов и других линейных объектов.

- Создание, чертежных моделей плана с использованием шаблонов, схемы компоновки чертежей.
- Создание комплексных чертежей, совмещающих в себе как чертеж плана, так и чертеж профиля.

РЕЗУЛЬТАТЫ:

- Чертежи планов, продольных профилей.
- Файлы формата DXF, полученные экспортом данных из чертежной модели.
- Файлы формата OBX для обмена Наборами проектов плана, 3D-вида, чертежной модели и проектами, входящими в их состав, между базами, используемыми системами CREDO III, с сохранением свойств и структуры набора.
- Файлы формата MPRX группы проектов одного типа для обмена данными между базами, используемыми системами CREDO III.
- Файлы формата PRX проектов модели план и чертежной модели для обмена данными между базами, используемыми системами CREDO III.
- Проекты и наборы проектов для использования в системах на платформе CREDO III.
- Файлы форматов BMP, JPEG, TIFF, PNG полученные экспортом данных в растр.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ:

- Редактор шаблонов, редактор линий и штриховок, редактор символов, редактор классификатора, редактор геологического классификатора, редактор ведомостей.
- Менеджер Проектов и Наборов Проектов.
- Менеджер баз данных.
- Корпоративный менеджер баз данных.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНТЕРФЕЙСА: стандартный интерфейс Windows. Язык русский с возможностью настройки выходных форм на любом языке, поддерживаемом Windows.

3.8 CREDO КОНВЕРТЕР



НАЗНАЧЕНИЕ: обмен данными между системами на платформе CREDO III и системами других производителей.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ: обмен данными между продуктами, подготовленными на платформе CREDO III, и другими программными продуктами, предназначенными для проектирования, геоинформационного обеспечения и иных задач.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- Данные, подготовленные в системах на платформе CREDO III.
- Файлы формата DXF версий AutoCAD 14, 2000, 2004.
- Файлы форматов MIF/MID версии 300.
- Файлы форматов TXF/SXF.

- Файлы GDS, сформированные при обработке топографических съемок в системе CREDO_DAT (КРЕДО ДАТ) 3.1, 4.0.

- Данные в форматах CREDO_TER (КРЕДО ТЕР) 2002, CREDO_PRO, CREDO_MIX (КРЕДО МИКС) 2002, CREDO_GEO (КРЕДО ГЕО) 2002.

- Текстовые файлы с информацией по точкам типа CXYZ.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

- Использование Корпоративных и Персональных баз данных.

- Импорт данных из файлов формата DXF, MIF/MID, TXF/SXF, GDS и текстовых файлов, описывающих точки, в реальных координатах.

- Загрузка наборов проектов, созданных в программных продуктах на платформе CREDO III.

- Линейная трансформация модели.

- Копирование, вырезка части или всех данных проекта в другой проект.

- Сохранение настроек в схемах соответствия для импорта и экспорта данных.

- Экспорт цифровой модели в реальных координатах в файлы форматов DXF, MIF/MID, TXF/SXF с передачей информации об отметках точек, точечных, линейных и площадных тематических объектах.

- Экспорт плана и профилей трасс автомобильных дорог и линейных тематических объектов в файлы форматов TXT и DXF, с передачей информации о геологии, пикетаже, снесенных и пересекаемых коммуникациях.

- Экспорт данных плана в растровые форматы.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ:

- Создание, редактирование, удаление схем соответствия.

- Назначение соответствия с использованием элементов тех приложений, в которые выполняется экспорт.

- Назначение соответствия с использованием элементов тех приложений, из которых выполняется импорт.

- Экспорт данных в соответствии с набором геометрических и тематических слоев.

- Линейная трансформация проекта.

- Экспорт отдельных проектов и слоев набора проектов.

- Возможность врезки/вырезки ЦММ.

- Настройка соответствия объектов классификатора.

- Экспорт семантических и геометрических свойств элементов.

- Экспорт и импорт данных в реальных координатах с передачей информации об отметках точек, точечных тематических объектах, профилях линейных тематических объектов, структурных линий.

- Экспорт плана трасс автомобильных дорог и линейных тематических объектов.

- Экспорт профилей трасс автомобильных дорог и линейных тематических объектов в виде полилинии и отдельных примитивов.

- Экспорт тематических объектов, снесенных на профиль и пересекающих трассы автомобильных дорог, и линейных тематических объектов.

- Экспорт данных по геологии трасс автомобильных дорог.

РЕЗУЛЬТАТЫ:

- Файлы формата DXF версий 2000, 2004.
- Файлы форматов MIF/MID версии 300.
- Файлы форматов TXF/SXF.
- Файлы форматов TXT.
- Файлы форматов BMP, JREG, TIFF, PNG.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ:

- Редактор классификатора, редактор линий и штриховок, редактор символов.
- Менеджер Проектов и Наборов Проектов.
- Менеджер баз данных.
- Корпоративный менеджер баз данных.

ВНУТРЕННИЕ ФОРМАТЫ ДАННЫХ: формат CREDO, файлы типа PRX, MPRX, OBX, DBX для обмена данными между базами данных.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНТЕРФЕЙСА: стандартный интерфейс Windows. Язык русский с возможностью настройки выходных форм на любом языке, поддерживаемом Windows

2.3 ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ДНЕВНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

п/п	Наименование тем лабораторных занятий	Цель занятий
1	ПОДГОТОВКА КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ TRANSFORM	ознакомление с технологией и особенностями подготовки растрового картографического материала для его последующего использования в качестве подложки в системе credo
2	СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА НА ОСНОВЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА	ознакомление с технологией и особенностями создания цифровой модели рельефа в системе credo.
3	СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ СИТУАЦИИ	ознакомление с технологией и особенностями создания цифровой модели ситуации в системе credo
4	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА ТРАССЫ МЕТОД ПОЛИГОНАЛЬНОГО ТРАССИРОВАНИЯ (ВАРИАНТ 1)	ознакомление с технологией и особенностями проектирования плана трассы в системе credo дороги.
5	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЛАНА ТРАССЫ МЕТОД «ГИБКОЙ ЛИНЕЙКИ» (ВАРИАНТ 2)	ознакомление с технологией и особенностями проектирования плана трассы в системе credo дороги.
6	РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НЕЖЕСТКОГО ТИПА	ознакомление с технологией и особенностями расчета дорожных одежд в credo radon by.

7	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА	определение площади водосборного бассейна, длины главного лога, суммы длин горизонталей водосборного бассейна, отметок низа и вершины главного лога в системе credo дороги.
8	РАСЧЕТ ДОЖДЕВОГО И ТАЛОГО СТОКА ПО НОРМАМ БЕЛОРУССИИ В ПРОГРАММЕ ГРИС-С	ознакомление с технологией и особенностями расчета дождевого и талого стока по нормам белоруссии в программе грис_с.
9	ПОДБОР ТИПОВЫХ РАЗМЕРОВ КРУГЛОЙ ВОДОПРОПУСКНОЙ ТРУБЫ ПО ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ В ПРОГРАММЕ ГРИС-Т	ознакомление с технологией и особенностями подбор типовых размеров круглой водопропускной трубы по гидравлическим показателям в программе грис_т.
10	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ МЕТОДОМ ОПТИМИЗАЦИИ (ВАРИАНТ 1)	освоение технологии проектирования продольного профиля автомобильной дороги в системе credo дороги.
11	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ МЕТОДОМ ПОСТРОЕНИЙ (ВАРИАНТ 2)	освоение технологии проектирования продольного профиля автомобильной дороги в системе credo дороги.
12	ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА	изучение технологии проектирования поперечного профиля автомобильной дороги в системе credo дороги.
13	ОФОРМЛЕНИЕ И ВЫВОД ЧЕРТЕЖЕЙ	изучение технологии оформления и вывода чертежей автомобильной дороги в системе credo дороги.

III КОНТРОЛИРУЕМАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Целями самостоятельной работы по дисциплине «САПР автомобильных дорог» являются:

- приобретение студентами навыков самостоятельного изучения научной и учебной литературы по указанным темам;
- формирование умения анализировать процесс проектирования линейных и площадных объектов (автомобильных дорог и искусственных сооружений на них).

В целях контроля самостоятельной работы предусматривается подготовка тематических рефератов и конспектов лекций.

Реферат представляет собой краткое изложение содержания изучаемой учебной темы, выполняемое в письменной форме в объеме до 10 ± 2 страниц во время, предусмотренное учебным планом для самостоятельной работы. В отличие от

фронтального опроса, где студент отвечает на один вопрос темы (варианты - по алфавиту), реферат требует целостного изложения определенной проблемы по изучаемой теме.

Реферат по дисциплине должен быть сдан и проверен преподавателем не позднее десяти (10) дней до назначенной даты зачета.

Рефераты выполняются по следующим темам рабочей программы:

1. Использование кривых переменных скоростей при проектировании плана автомобильных дорог.
2. Применение системы CREDO для создания цифровой геологической модели объектов дорожного строительства.
3. Современные технические средства и методы наземных изысканий автомобильных дорог.
4. Современные 2-х частотные GPS-приемники геодезической точности (TRIMBLE, LEICA, и т.д.) используемые при полосовых изысканиях автомобильных дорог.
5. Современные инженерно-геодезические приборы для наземных изысканий автомобильных дорог.
6. Современные электронные регистраторы и тахеометры 2012/2013 модельного года.
7. Обзор программных продуктов для обработки данных линейных инженерно-геодезических изысканий (на базе CARD1).
8. Современные методы проектирования строительства и реконструкции автомобильных дорог (мембранные технологии, Slari-Sill и т.д.).
9. Применение растровых изображений в качестве подложек в САПР АД (решаемые задачи, функциональные возможности).
10. Методика использования электронных тахеометров и регистраторов при проведении изысканий автомобильных дорог.
11. Автоматизированное проектирование автомобильных дорог с использованием программного комплекса MX ROAD.
12. Методы проектирования продольного профиля применяемые в САПР CREDO.
13. Современные компоненты технического обеспечения САПР АД.
14. Принципы построения системы автоматизированного проектирования САПР АД (на базе Кредо).
15. Средства обеспечения систем автоматизированного проектирования САПР АД.
16. Назначение и Функциональные возможности системы автоматизированного проектирования ROBUR.
17. Назначение и Функциональные возможности САПР GIP.
18. Обзор современных GPS систем геодезической точности.
19. Состав, структура и Функциональные возможности САПР GIP.
20. Обзор систем GPS навигации геодезической точности.
21. Структура, функциональные возможности САПР CARD/1
22. Электронные нивелиры.

23. Состав, структура, назначение и функциональные возможности САПР ROBUR .

24. Обзор электронных геодезических приборов - теодолитов 2011/2012 модельного года.

25. Обзор систем лазерного сканирования местности, назначение, функциональные возможности, особенности применения.

26. Инновационные технологии в инженерно-геодезических изысканиях.

27. Современное геодезическое оборудование.

28. Классификация технических и программных средств для ГИС.

29. Функциональная структура системы автоматизированного проектирования семейства MX (на базе MX ReNew).

30. Методы проектирования продольного профиля применяемые в САПР CARD/1.

31. Обзор современных ГИС. Перспективы использования Геоинформационных систем в дорожном хозяйстве РБ.

32. Перспективы использования 2-х частотных GNSS-приемников геодезической точности при паспортизации автомобильных дорог.

33. Обзор современных систем GPS-навигации. История создания, перспективы развития и использования в геодезии.

IV ТЕМАТИКА КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Общие методические указания

Самостоятельная работа над дисциплиной завершается выполнением контрольной работы, которая высылается в институт для рецензирования в соответствии с учебным графиком. При полном и правильном изложении вопросов контрольной работы студент допускается к ее устной защите.

Основной задачей выполнения контрольной работы является формирование умения анализировать процесс проектирования линейных и площадных объектов (автомобильных дорог и искусственных сооружений на них).

Поэтому в состав заданий к контрольным работам входят конкретные ситуативные задачи, которые должны быть решены.

Ответы необходимо излагать развернуто, подкрепляя анализом фактических обстоятельств дела, приведенных в условиях задач, ссылками на конкретные источники.

Не следует освещать вопросы, не имеющие прямого отношения к теме.

Объем контрольной работы не должен превышать 10 страниц формата А4. Работа должна быть написана грамотно, с приложением диска в конверте, вклеенном на последней странице; оформлена в соответствии с установленными требованиями. Страницы нумеруются в правом верхнем углу арабскими цифрами без точки. В конце работы указывается список использованных источников. Контрольная работа должна быть подписана студентом с указанием даты. На титульном листе указываются наименование учебного заведения, факультет, курс, номер

учебной группы; номер зачетной книжки, фамилия, имя и отчество студента, а также название учебной дисциплины и номер варианта задания.

Контрольная работа должна носить самостоятельный характер: по ней определяется степень усвоения студентом учебной дисциплины. Работы, не отвечающие указанным требованиям, не зачитываются. Контрольная работа должна представляться в сроки, указанные в учебном графике. Это дает возможность студенту, не получившему зачет, внести исправления в работу либо написать новую работу с учетом всех замечаний рецензента. Вновь выполненную работу вместе с незачтенной следует выслать на проверку, написав на обложке - «повторно».

Перед выполнением контрольной работы необходимо изучить учебно-методические материалы в соответствии с программой дисциплины, по источникам, указанным в соответствующем варианте задания.

Контрольная работа выполняется строго по вариантам. Работа, подготовленная не по надлежащему варианту, не рецензируется.

Номер варианта контрольной работы определяется последней цифрой номера зачетной книжки.

Контрольная работа должна быть представлена в деканат не менее чем за 14 дней до начала очередной сессии.

Вопросы для контрольных работ:

1. Системы автоматизированного проектирования автомобильных дорог.
2. Проектирование продольного профиля кубическими сплайнами в комплексе Кредо.
3. Полосные линейные изыскания автомобильных дорог как основа вариантного проектирования и оценки проекта.
4. Средства обеспечения систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог.
5. Современные методы проектирования нового строительства и реконструкции автодорог.
6. Проектирование сложных транспортных сооружений с использованием САПР АД.
7. Принципы построения систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог.
8. Экологическая оценка влияния объектов транспорта на окружающую среду.
9. Геоинформационные технологии (ГИС-технологии) в паспортизации автомобильных дорог.
10. Структура технического обеспечения систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог.
11. Принципы полевого кодирования при производстве наземной топографической съемки.
12. Основы методологии конструирования в Кредо III.
13. Функциональная структура систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог.

14. Назначение коридоров трассирования с использованием геоинформационных систем.
15. Обзор программных продуктов для обработки данных наземных инженерно-геодезических изысканий.
16. Экологическая оценка влияния объектов транспорта на окружающую среду в системе Кредо.
17. Геоинформационные технологии (ГИС – технологии) в паспортизации автомобильных дорог
18. Принципы организации и моделирования при проектировании автомобильных дорог.
19. Методы и способы создание Цифровой Модели Местности при проектировании капитального ремонта автомобильных дорог.
20. Использование систем трансформации и векторизации при подготовке картографического материала (на базе программы TRANSFORM).
21. Особенности современной технологии линейных изысканий автомобильных дорог.
22. Проектирование многослойного продольного и поперечного выравнивания с использованием САПР АД.
23. Проектирование вертикальной планировки средствами цифрового моделирования в САПР АД.
24. Современные технические средства и методы наземных изысканий.
25. Использование систем Кредо для автоматизированной обработки изысканий и проектирования объектов строительства.
26. Использование системы Кредо для создания цифровой геологической модели объектов дорожного строительства.
27. Цифровое и математическое моделирование рельефа местности в системах автоматизированного проектирования .
28. Обработка инженерно-геологических изысканий в системе Кредо.
29. Автоматизация проектно-изыскательских работ в дорожной отрасли с помощью системы автоматизированного проектирования Кредо-Дороги.
30. Автоматизированное проектирование плана автомобильных дорог в САПР АД Кредо-дороги (РБ) и CARD1(ФРГ).
31. Автоматизация процесса обработки и хранения данных инженерно-геологических изысканий в Системе Кредо.
32. Использование электронных нивелиров, тахеометров и регистраторов при изысканиях автомобильных дорог.
33. Существующие методы проектирования продольного профиля автомобильных дорог. Метод граничных итераций.
34. Обработка топографо-геодезической информации в системе Кредо в процессе изысканий и проектирования автомобильных дорог.
35. Методы трассирование автомобильных дорог в системе автоматизированного проектирования Кредо Дороги.
36. Существующие методы проектирования продольного профиля автомобильных дорог. Метод сплайн – аппроксимаций.

37. Организация безбумажной технологии проектно-изыскательских работ с использованием систем Кредо.
38. Подготовка и использование растровых изображений в качестве подложек в комплексе Кредо III.
39. Использование систем глобального позиционирования (GPS) при проведении изысканий автомобильных дорог.
40. Использование геоинформационных технологий (ГИС) в паспортизации автомобильных дорог.
41. Существующие методы проектирования продольного профиля автомобильных дорог. Модифицированный метод наименьших квадратов.
42. Последовательность выполнения работ при проектировании нового строительства автомобильной дороги в системе Кредо-Дороги.
43. Расчет осадки насыпи на слабом основании в системе Кредо.
44. Существующие методы проектирования продольного профиля автомобильных дорог. Метод генеральных струн.
45. Геометрическое проектирование примыканий автомобильных дорог с использованием систем семейства программных продуктов МХ.
46. Экологическая оценка принятых проектных решений в системе Кредо.
47. Существующие методы проектирования продольного профиля автомобильных дорог. Метод генеральных струн.
48. Геометрическое проектирование примыканий автомобильных дорог с использованием систем семейства программных продуктов МХ.
49. Экологическая оценка принятых проектных решений в системе Кредо.
50. Средства обеспечения систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог.
51. Проектирование реконструкции автомобильных дорог с использованием системы автоматизированного проектирования МХ ReNew.
52. Проектирование реконструкции городских улиц и площадей с использованием МХ Urban.
53. Принципы построения и функционирования систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог.
54. Проектирование продольного профиля кубическими сплайнами в комплексе Кредо-Дороги.
55. Применение сквозных цифровых технологий при проведении проектно-изыскательских работ для участков автомобильных дорог
56. Проектирование многослойного поперечного и продольного выравнивания с использованием САПР КАРД/1(ФРГ).
57. Автоматизированное проектирование плана автомобильных дорог с использованием метода сплайнов в системе автоматизированного проектирования Кредо-дороги.
58. Особенности современных технологий изысканий автомобильных дорог. Современные технические средства и методы наземных изысканий.

59. Обзор современных электронных тахеометров используемых при изысканиях автомобильных дорог.
60. Структура технического обеспечения систем автоматизированного проектирования. Функциональная структура систем автоматизированного проектирования.
61. Принципы полевого кодирования при производстве наземной топографической съемки линейных объектов транспортной инфраструктуры.
62. Автоматизация камеральной обработки инженерно-геодезических данных при инженерных изысканиях (на примере системы Кредо-Линейные изыскания).
63. Компоненты САПР методического, программного, информационного, технического и организационного обеспечения.
64. Цифровое и математическое моделирование рельефа, геологического и гидрогеологического строения местности в системах автоматизированного проектирования Кредо (РБ), КАРД/1(ФРГ) и Робур (РФ).
65. Поперечное и продольное выравнивание существующего покрытия при реконструкции и ремонтах автомобильной дороги. Методика автоматизированного расчета в системе Кредо-Дороги.
66. Цели внедрения и развития САПР автодорог. Факторы обеспечивающие экономический эффект САПР автодорог.
67. Современные технические средства и методы наземных изысканий. Аэрокосмические методы сбора информации (GPS и GNSS приемники геодезической точности).
68. Методы трассирования автомобильных дорог в системе автоматизированного проектирования Кредо-Дороги.
69. Использование систем глобального позиционирования (GPS) при проведении изысканий автомобильных дорог.
70. Геоинформационные системы. Назначение коридоров трассирования с использованием геоинформационных систем.
71. Моделирование геологического строения площадки или полосы изысканий на основе данных по инженерно-геологическим выработкам.
72. Система автоматизированного проектирования CARD/1 (ФРГ). Назначение, функциональные возможности, особенности.
73. Проектирование поперечных профилей земляного полотна и кюветов в комплексе Кредо-Дороги.
74. Полосные изыскания как основа вариантного проектирования и оценки проекта.
75. Существующие методы создания цифровых моделей местности Метод построения нерегулярной сетки треугольников.
76. Организация проектирования плановой с различными случаями сопряжения кривых с использованием систем Кредо.
77. Подготовка и использование DXF-файлов (универсальный обменный формат Автокад) в качестве подложек в системах Кредо-Линейные изыскания и Кредо-Дороги.

78. Отображение инженерно-геологических и инженерно-гидрологических данных при проектирования в Кредо III.

79. Программные средства систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог.

80. Проектирование насыпей на слабом основании в системе Кредо.

81. Отображение инженерно-геологических и инженерно-гидрологических данных при проектирования в Кредо III.

IV ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

3 КУРС ВЕСЕННИЙ СЕМЕСТР

Раздел 1. Принципиальные основы автоматизированного проектирования автомобильных дорог и сооружений на них.

Тема 1. Введение. Понятие о системах автоматизированного проектирования

1. Требования предъявляемые к системам автоматизированного проектирования (САПР) автомобильных дорог.
2. Исторический обзор и современное состояние вопроса о САПР автомобильных дорог в Республике Беларусь и за рубежом
3. Перспективы дальнейшего развития систем автоматизированного проектирования автомобильных дорог

Тема 2. Принципы построения систем автоматизированного проектирования.

1. Компоненты САПР методического, программного, информационного, технического и организационного обеспечения.
2. Цели создания САПР. Факторы обеспечивающие экономический эффект САПР.
3. Принципы построения систем автоматизированного проектирования.
4. Общесистемные принципы: включения, системного единства, развития, комплексности, информационного единства, совместимости, инвариантности.

Тема 3. Средства обеспечения систем автоматизированного проектирования.

1. Теория, методы, способы, математические модели, оптимизационные алгоритмы, терминология, нормативы.
2. Программа, общесистемное программное обеспечение, операционные системы, прикладное обеспечение.

Тема 4. Технические средства систем автоматизированного проектирования.

1. Структура технического обеспечения систем автоматизированного проектирования.
2. Конфигурация персональных ЭВМ, периферийные устройства.
3. Функциональная структура систем автоматизированного проектирования.

Тема 5. Современные технологии проектно-изыскательских работ.

1. Особенности современных технологий изысканий автомобильных дорог.

2. Современные технические средства и методы наземных изысканий. Аэрокосмические методы сбора информации. Применения спутниковых приемников GPS (Глонасс) геодезического класса точности для технических изысканий автомобильных дорог.
3. Геоинформационные системы. Методы трансформации и векторизации существующего картографического материала.
4. Использование георадаров при исследовании геологического и гидрогеологического строения местности.
5. Проектирование цифровой модели проекта.

Тема 6. Обзор ГИС и САПР автомобильных дорог.

1. Геоинформационные системы: ArcInfo, ArCon, GeoGraph, КАРТА-2008, GeoCAD.
2. Системы автоматизированного проектирования: Комплекс программ CARD/1,
3. Комплекс программ MX: Модуль MXROAD, Модуль MXSITE, Модуль MXRENEW.
4. САПР Robur.
5. Комплекс специализированных программ GIP. Программа PYTHAGORAS.
6. Комплекс программ Plateia.
7. Комплекс программ IndorCAD/Road.
8. Программный комплекс CREDO.

4 КУРС ОСЕННИЙ СЕМЕСТР

Раздел 2. Проектирование автомобильных дорог с помощью программного комплекса CREDO

Тема 7. Методология работы на единой программно-инструментальной платформе CREDO III.

1. Работа с базами данных. Локальные и корпоративные базы данных.
2. Менеджер баз данных, менеджер проектов и наборов проектов, иерархическая структура проектов. Принципы и методы работы со слоями данных.
3. Виды курсоров, линий, маски.
4. Редакторы классификаторов, редактор шаблонов чертежей. Менеджер чертежей.

Тема 8. CREDO_DAT – Камеральная обработка инженерно-геодезических данных.

1. Автоматизация камеральной обработки инженерно-геодезических данных при инженерных изысканиях промышленных и гражданских объектов.

2. Разведке недр, геодезическом обеспечении строительства и кадастра.

Тема 9. CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ - Обработка площадных и линейных инженерно-геодезических изысканий.

1. Полосные и площадные инженерные изыскания объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства.

2. Подготовка информации для кадастровых систем (наземные методы сбора).

3. Создание цифровых моделей местности.

4. Ведение дежурных планов.

Тема 10. CREDO ДОРОГИ

1. Проектирование нового строительства и реконструкции загородных автомобильных дорог всех технических категорий.

2. Проектирование транспортных развязок.

3. Проектирование городских улиц и магистралей.

Тема 11. CREDO_ГЕНПЛАН - Проектирование генеральных планов промышленных и гражданских объектов.

1. Проектирование генеральных планов промышленных предприятий, сооружений.

2. Проектирование строительных площадок

3. Проектирование объектов архитектуры и градостроительства, жилищно-гражданских объектов.

4. Маркшейдерское обеспечение добычи полезных ископаемых.

4 КУРС ВЕСЕННИЙ СЕМЕСТР

Раздел III. Программное обеспечение CREDO используемое в дорожно-транспортном проектировании.

Тема 12. ОТКОС - Устойчивость откосов земляного полотна.

1. Моделирование обрушения со срезом и вращением.

2. Моделирование равноустойчивого откоса (метод Fr).

3. Анализ местной устойчивости.

4. Данные о грунтах и нагрузках, количество слоев грунта в насыпи.

5. Данные по подтоплению насыпи. Данные по нагрузке.

6. Нормирование коэффициента запаса устойчивости.

7. Результаты анализа: Расчет без подтопления, Расчет с подтоплением.

Тема 13. ОСАДКА – Расчет осадки насыпи на болотных грунтах.

1. Основные положения моделирования.

2. Используемые термины и определения.

3. Данные о грунтах и нагрузках: количество слоев болотного грунта, параметры болотного грунта.

4. Поперечный профиль земляного полотна.

5. Тип покрытия дорожной одежды, параметры дорожной одежды.
- Тема 14. ГРИС – Гидравлический расчет малых искусственных сооружений.
1. Гидравлический расчет труб.
 2. Расчет стоков дождевых паводков и талых вод.
 3. Расчет пропускной способности труб.
 4. Гидравлика периодических водотоков.
 5. Расчет пропускной способности малых мостов.
 6. Определение водопропускной способности существующих круглых и прямоугольных труб, а также малых мостов.
 7. Подбор типовых размеров нового искусственного сооружения по гидравлическим показателям как с учетом аккумуляции, так и без нее.
- Тема 15. РАДОН – Расчет дорожных одежд нежесткого типа.
1. Расчет нежестких дорожных одежд в условиях их усиления при реконструкции, капитальном ремонте и эксплуатации.
 2. Расчет конструкции дорожных одежд остановочных полос, обочин и укрепительных полос на обочинах.
 3. Оптимизация конструкции по стоимости конструктивных слоев.
 4. Расчет морозозащитных слоев дорожной одежды.
- Тема 16. ДИСЛОКАЦИЯ - Размещение технических средств организации движения.
1. Линейная генерация планов автомобильной дороги.
 2. Расстановка знаков, нанесение горизонтальной разметки, объектов дорожной обстановки, элементов обустройства и оснащения дороги.
 3. Формирование таблиц по элементам дороги, по количеству проектируемых дорожных ограждений и направляющих устройств, тротуаров и горизонтальной разметки.
 4. Проверка расстановки столбов, перекрытия знаков, привязки знаков.
- Тема 17. ZNAK – Проектирование индивидуальных дорожных знаков..
1. Компонировка изображения щита с учетом нормативных требований в соответствии с объемом имеющихся данных.
 2. Структура данных о конфигурации и параметрах щита и его элементов.
 3. Использование библиотеки готовых знаков и указателей направлений (создание, дополнение, редактирование).
 4. Автоматическая, ручная и комбинированная расстановка размеров на чертеже.
- Тема 18. CREDO_GEO – Объемная геологическая модель объекта.
1. Моделирование геологического строения площадки или полосы изысканий на основе данных по инженерно-геологическим выработкам.
 2. Построение чертежей инженерно-геологических колонок и разрезов, экспорт геологического строения по разрезам в проектирующие системы.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основная литература

1. Федотов Г.А. Автоматизированное проектирование автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1986. - 317 с.
2. Пуркин В.И. Основы автоматизированного проектирования автомобильных дорог. – М.: МАДИ, 2000. – 141 с.
3. Бойков В.Н., Федотов Г.А., Пуркин В.И. Автоматизированное проектирование автомобильных дорог (на примере IndorCAD/Road). – М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2005. – 224 с.

Дополнительная литература

4. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. Ч. 1: Учебник для вузов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1987. – 368 с.
5. ТКП 45-3.03-19-2006. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. Мн.2006.- 80 с.
6. Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. Ежеквартальный научно-технический журнал НПО «Кредо-Диалог». Мн.

Компьютерные программы и другие научно-методические материалы

1. CREDO. Программный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог. НПО «Кредо-Диалог».
2. Вишняков Н.В., Адашкевич В.И., Гурбан О.В., Тимошенко М.С., Шишко Н.И. Методическое пособие к лабораторным работам для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» по дисциплине «САПР автомобильных дорог (Часть 1)» - М.:БНТУ, 2014. – 76 с.