

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

ОСНОВЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

для студентов специальности

1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Составление и общая редакция
А.В. Василевского

Новополоцк

УДК 004 (075.8)
ББК 32.97 я 73
О 75

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.А. Анисковец, директор УП «Полоцкий Техпроект»;
А.А. Бакатович, канд. техн. наук, ст. преподаватель

Рекомендован к изданию советом инженерно-строительного факультета

Основы автоматизированного проектирования в строительстве: Учеб.-метод.
О 75 комплекс для студ. спец. 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / Сост. и общ. ред. А.В. Василевского. – Новополоцк: ПГУ, 2005. – 104 с.
ISBN 985-418-154-5

Изложены темы лекционных и практических занятий по дисциплине «Основы автоматизированного проектирования в строительстве».

Рассмотрены вопросы проектирования с применением современных программных комплексов ArchiCAD, FEM-models, Raduga, Beta и др. Представлен обзор прикладных программ, применяемых в строительстве.

Предназначен для студентов инженерно-строительного факультета.

УДК 004 (075.8)
ББК 32.97 я 73

ISBN 985-418-154-5

© УО «ПГУ», 2005
© Василевский А.В., сост., 2005

ВВЕДЕНИЕ

Строительная организация сегодня немыслима без широчайшего применения компьютерных технологий и, в том числе, систем автоматизированного проектирования в строительстве.

Информационные технологии непрерывно развиваются. Появляются все новые и новые программы, новое оборудование. Стоит ли тратить средства на программы автоматизированного проектирования (САПР) сейчас, быть может, подождать нового? – Безусловно, стоит. «Революционный» взрыв технологий в этой области уже произошел, теперь на долгие годы нас ждет «эволюционное» развитие: ничего принципиально нового, новое – это несколько улучшенное старое. Можно с уверенностью сказать, что если в масштабах одной строительной организации применить те аппаратные и программные средства, которые доступны сегодня, если потенциал, заложенный в комплексах САПР использовать на 100 %, то организации долго не понадобится менять «технологии»: все цели, стоящие сегодня перед строительным комплексом будут достигнуты.

Преподавание курса «Основы автоматизированного проектирования в строительстве» предполагает достижение двух основных целей:

- дать широкое представление существующих программных продуктов, перспектив развития САПР и основ, принципов автоматизированного проектирования;
- помочь овладеть навыками работы с основными системами автоматизированного проектирования, наиболее распространенными и нужными на сегодняшний момент инженерно-техническим работникам.

Достижению первой цели служит курс лекций, представляющий собой первую часть УМК; достижению второй цели посвящен лабораторный практикум, включающий лабораторные работы, дающие возможность освоить такие программные комплексы САПР в строительстве, как программа ArchiCAD, программные комплексы «Бета» – «Радуга» и FEM models, а также программы Across, «Фундамент» и «СИТИС: Трак». Завершают вторую часть УМК лабораторные работы, посвященные комплексу визуального программирования Delphi, позволяющему инженерам, освоившим его самостоятельно, создавать программы САПР, а также телекоммуникационным технологиям, позволяющим осуществлять поиск и копирование программ САПР в глобальной сети Internet (сегодня именно Internet явля-

ется основным источником программного обеспечения, обучающей и справочной информации по САПР в строительстве). Зачетные вопросы, представленные в учебно-методическом комплексе, помимо своей основной цели, могут служить также вопросами для самоконтроля и самоподготовки по курсу дисциплины. Ссылки по теме, приведенные в конце УМК, представляют не только существующую литературу по САПР, но и адреса ресурсов сети Internet, дающих возможность получить справочную информацию и даже сами программы САПР.

Следующее издание данной книги планируется существенно пополнить информацией о существующих САПР и перспективах развития, а также лабораторными работами, позволяющими освоить некоторые другие, не менее важные, чем уже представленные, программные комплексы САПР, требующие специальной подготовки для работы по проектированию в строительстве.

КУРС ЛЕКЦИЙ

ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Наступил XXI век – век обновления, требующий от каждого из нас осознанного отношения ко всем областям жизни и деятельности. Крайне необходимо сегодня всем думающим людям и, в первую очередь, интеллигенции (к которой по праву относятся инженеры и ученые) внимательно следить за проявившимися и только намечающимися тенденциями в развитии общества, человеческой психики, технологий, идей и динамично меняющегося взгляда на мир. Мы должны быть готовы к изменениям, внезапному (для ненаблюдательных) приходу нового, резко меняющего облик нашей жизни. Должны быть во всеоружии, не пассивными наблюдателями «стихийных» проявлений, но умело направляющими «корабль» профессиональной и индивидуальной жизни по верному пути.

Трудно найти область, которая **настолько** сильно будет затронута надвигающимися изменениями, как инженерное дело, и в том числе – строительство. Уже сейчас «облик» строительной организации (в основном – на Западе и на развитом Востоке) необыкновенно изменился, в первую очередь, благодаря бурно развивающимся «информационным технологиям». Если мы не хотим «опоздать на всю жизнь», не просто отстать от других стран и не выдержать будущей конкуренции, а именно опоздать, – мы должны, освоив уже имеющееся новое в данной области, устремиться в будущее. Устремиться мыслью, ищущей, внимательной, непредвзятой и творческой. Самые новые, невероятные проекты, самые необычные, ошеломляющие идеи (в первую очередь – на стыке наук, и не только наук) – вот та среда, где надо искать, почувствовать ростки будущего развития.

Кто явится «строителем» всех сфер будущей жизни человечества? – Мы с вами. Никто, кроме нас! Время требует от нас приложения энергии к построению будущего, к проведению в жизнь новых идей. Не ограничивайтесь учебником! Даже самым полным, самым хорошим. Слушайте и думайте, действуйте и пишите – внося **свой** вклад в общее дело развития человечества!

На «пустом месте» будущее не возникнет. Поэтому долг каждого из нас – изучить уже имеющиеся «заделы» профессиональных преобразований и внедрить, реализовать их, придя на производство. Такому, уже существующему «заделу» преобразования строительного дела и посвящена

эта дисциплина – «**Основы автоматизированного проектирования в строительстве**».

Под *автоматизированным проектированием* принято понимать проектирование с применением систем автоматизированного проектирования. Что же представляют собой САПР?

САПР – это совокупность аппаратных средств и программного обеспечения, призванных участвовать в процессе проектирования: либо осуществляя сам процесс проектирования в отдельных его частях, либо играя вспомогательную роль.

Т.о. автоматизированное проектирование не может обеспечить весь процесс проектирования; всегда предполагается активное участие человека. САПР «берут на себя» лишь некоторую часть работы (иногда очень «весомую»). Проектирование «без участия» человека не имеет смысла.

Если рассмотреть весь процесс автоматизированного проектирования, его *структуру* можно обобщенно представить в следующей последовательности:

- подготовка проектирования;
- ввод данных в систему автоматизированного проектирования;
- препроцессор;
- основные действия САПР;
- постпроцессор;
- вывод данных;
- использование данных в общем процессе проектирования;
- дополнительные обращения к САПР (корректировка и т.д.).

Стадия *подготовки проектирования* предполагает два основных этапа: «*формулирование задачи проектирования*» (т.е. получение четкого, детально проработанного «образа» того, что должны получить в результате проектирования) и *сбор исходных данных*, необходимых для проектирования (например, данные инженерно-геологических изысканий, результаты испытаний материалов и изделий, построение расчетной модели, нормативные требования и т.д.). Следует отметить, что иногда некоторые из вышеописанных параметров уже «предусмотрены» в том или ином программном продукте САПР (например, требования ГОСТов, СНиПов и другой нормативной документации, стандартные характеристики материалов...). Некоторые САПР обеспечивают автоматическое построение расчетной модели.

Ввод данных в систему автоматизированного проектирования будет рассмотрен далее. Необходимо лишь отметить, что каждый программный

продукт САПР предполагает свою систему обозначений и представления исходных данных (редко согласующуюся, например, с требованиями стандартов); эту систему в каждом отдельном случае необходимо предварительно изучить и привести собранные исходные данные в соответствие с ней.

Препроцессор (если рассматривать его как часть процесса автоматизированного проектирования) – это совокупность происходящих в САПР процессов, подготавливающих систему к ее основному «проектирующему» действию. Может включать в себя создание файлов проекта (в т.ч. временных файлов), предварительную обработку исходных данных, построение расчетной модели и др.

Основные действия САПР, осуществляемые либо при непосредственном участии оператора, либо автоматически – это главные функциональные «проектирующие» действия, ради которых, собственно, и создавалась данная САПР. Например, в комплексе архитектурного проектирования – это процесс построения архитектурного проекта, в расчетно-конструктивном проектировании – это осуществление основного и конструктивного расчета и т.д.

Постпроцессор (если рассматривать его как часть процесса автоматизированного проектирования) – это совокупность происходящих в САПР процессов, подготавливающих вывод данных (т.е. вывод полученных результатов). Например, это создание файлов «отчетов», построение эпюр, получение данных в текстовой или табличной форме. Препроцессор и постпроцессор (как стадии проектирования) встречаются в основном в сложных программных комплексах, обрабатывающих огромное количество информации, осуществляющих сложные построения и расчеты. Вывод данных будет рассмотрен ниже.

Применение САПР позволяет:

- существенно упростить действия по проектированию (снизив т.о. трудоемкость и сократив сроки проектирования, сделав в некоторых случаях процесс проектирования в отдельных частях доступным даже неспециалистам);
 - в ряде случаев снизить стоимость проектных работ;
 - приобрести дополнительные возможности (выполнять «проектирующие» действия, неосуществимые без помощи САПР);
 - получить возможность подбора наиболее оптимального решения (современные информационные технологии позволяют много раз «просчитывать», проверять построения с разными исходными данными, оптимизируя проектное решение) и многое другое.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ. ОБЗОР ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ САПР

Традиционно, к области применения систем автоматизированного проектирования относят не только то, что называется проектированием (архитектурным, расчетным, технологическим...), но все процессы строительного комплекса. Поэтому следует классифицировать программные средства САПР по области приложения (по функциональному назначению). Так, можно выделить следующие группы САПР:

1. Программы общего назначения.
2. Программы архитектурного проектирования.
3. Программы расчетно-конструктивного проектирования.
4. Программы проектирования технологических процессов в строительстве. Программы проектирования организации строительно-монтажных работ.
5. Программы ведения контроля качества, метрологии, экологического контроля.
6. Мультимедийные программы в строительстве. Программы работы с Internet.
7. Система автоматизированного управления строительной организацией.

Рассмотрим подробно сегодняшнее состояние «рынка» программных средств САПР по этим функциональным группам.

1. Программы общего назначения – это программы и программные пакеты, которые не являются специфически «строительными», и широко применяются в других сферах человеческой деятельности. Это широкий спектр текстовых редакторов, графических редакторов, чертежных программ и т.д. Сюда также необходимо отнести группу системных программ, которые делают возможными многие необходимые операции по обработке и хранению информации.

Среди программ общего назначения следует выделить наиболее распространенный сегодня и наиболее отвечающий задачам, которые приходится решать в современной строительной организации, *пакет прикладных программ Microsoft Office*. В состав пакета входят следующие программы: текстовый редактор *Microsoft Word*, табличный редактор *Microsoft Excel*, система управления базами данных *Microsoft Access*, редактор web-сайтов *Microsoft Front Page* и некоторые другие программы.

Помимо пакета *Microsoft Office* широкое распространение получили следующие программы: математическая программа *MathCAD*, позволяющая выполнять математические расчеты и решения задач на оптимизацию, программа *Statistica* (название которой говорит само за себя), программа *AutoCAD*, являющаяся сегодня одним из самых простых в освоении графическим (чертежным) комплексом. Системные программы, необходимые для нормальной работы с информацией, – это, в первую очередь, *программы-архиваторы*, *программы-антивирусы*, некоторые *утилиты* операционных систем и т.д.

2. Средства автоматизации архитектурного проектирования – это программы, обеспечивающие создание полноценного архитектурного проекта, обладающего практически всеми требуемыми составляющими. Некоторые программы этого типа дают новые возможности представления архитектурного проекта, недоступные в обычных условиях (т.е. без компьютера и САПР).

Наиболее популярной в странах СНГ является программный комплекс *ArchiCAD*, позволяющий создавать проекты, сразу определяя материалы, покрытия, параметры 3D-проекции. Программа формирует файл проекта, который может быть «открыт» другими программными комплексами САПР.

В некоторой степени похожими функциями обладает программа *Ar-Con*. В отличие от *ArchiCAD* эта программа позволяет детально разрабатывать интерьер зданий и визуализировать его, получая изображения (в т.ч. динамичные) очень высокого качества.

Существует множество программ, задачей которых является разработка отдельных частей архитектурного проекта, а также программы, среди функций которых есть полезные для реализации отдельных его элементов. Примером таких программ могут служить: программа «*Ситис: ТРАК*» (Россия), предназначенная для расчета теплотехнических параметров стен, программа *GeoCalck*, дающая возможность построения генпланов, карт и схем (основное назначение программы – обработка тахеометрической съемки, вычисление различных геодезических задач) и т.д.

3. Программы расчетно-конструктивного проектирования – это программы, позволяющие выполнять статический и динамический, а также конструктивный расчет строительных конструкций.

Программы этой группы можно условно разделить на три типа: программы, определяющие внутренние усилия и перемещения загруженной определенным образом расчетной стержневой модели, программы прочностного и конструктивного расчета конструкций (выполняющие расчет конструкций определенного вида: оснований фундаментов, деревянных стропил, железобетонных балок и т.д.) и программные комплексы (чаще всего использующие метод конечных элементов и дающие возможность всех типов расчета).

Из множества программ первых двух типов особого упоминания заслуживает комплекс «*Бета*» – «*Радуга*», созданный в Полоцком государственном университете. Программа «*Радуга*» позволяет выполнять статический анализ пространственных стержневых систем, а программа «*Бета*» предназначена для расчета прочности и трещиностойкости нормального сечения железобетонных элементов в соответствии с положениями СНБ 5.03.01-98 «Конструкции бетонные и железобетонные. Нормы проектирования».

Среди программных комплексов, основанных на методе конечных элементов и дающих широкие возможности для расчета и конструирования, следует назвать такие программы, как *Stark_Es*, *FEM-models*, *Norm-CAD* (Россия), *Scad*, «*Лура*», «*Мономах*» (Украина) и *Staad* (США).

4. Программы проектирования технологических процессов в строительстве и программы проектирования организации строительно-монтажных работ позволяют реализовывать части технологических проектов, создавать технологическую документацию, решать задачи по технологии и организации строительства.

Среди российских разработок можно назвать несколько программ, относящихся к этой группе: программа *RillSoft Project*, предназначенная для расчета оптимального календарного плана строительно-монтажных работ (предполагается представление плана в виде сетевого графика, диаграммы Ганта и в других формах); программа *Across*, предназначенная для проектирования и определения объемов земляных работ; множество программ по проектированию раскроя (составлению карт раскроя) листового материала (стекла, шифера, фанеры и т.д.): «*Раскрой*», *Cutting* и т.д.

5. Программы ведения контроля качества, метрологии, экологического контроля

Среди программ этого типа необходимо упомянуть, в первую очередь, встречающееся в разных модификациях «*Автоматизированное ра-*

бочее место (АРМ) лаборанта строительной лаборатории» – программа, позволяющую правильно организовать и вести работу строительной лаборатории, отдела контроля качества на предприятии, производящем строительные материалы, конструкции и изделия. Этот программный комплекс может включать в себя формы документации, требуемой нормами, расчетные модули и т.д.

Помимо этой программы существует целый ряд компьютерных программ по метрологии, измерениям и работе по контролю качества. Назовем программы *Advanced Grapher* (для построения и анализа любых графиков), *Graph2Digit* (одна из многочисленных программ оцифровки графиков, полученных со сканера или иным путем), *Data Master* (программа для автоматизации измерительных систем, регистрации, обработки и анализа данных), *Internal Control* (программа для автоматизации процедур оперативного и статистического контроля показателей качества результатов измерений) и многие другие.

Среди программ для экологического контроля следует назвать программу *EcoSewages*, предназначенную для контроля качества сточных вод и некоторые другие.

6. Мультимедийные программы в строительстве. Программы работы с Internet

Из программ для работы с мультимедиа (целесообразным для применения в строительной организации) можно выделить следующие: программа *Nero Burning ROM*, предназначенная для создания DATA-дисков и прочих дисков; программа *Photoshop*, предназначенная для обработки графических изображений, в т.ч. полученных со сканера и с цифровой фотокамеры; программа *Fine Reader*, предназначенная для распознавания отсканированных текстовых страниц (т.е. для превращения «картинки», полученной со сканера, в текстовый документ *Word*); программа *Microsoft Power Point* (входящая в состав пакета *Microsoft Office*), предназначенная для создания мультимедийных презентаций, демонстрируемых через проектор или по интрасети организации, и многие другие программы.

Для работы в глобальной сети Internet применяются браузеры (программы – навигаторы по сети), прежде всего *Internet Explorer*, затем *Opera* и т.д., почтовые программы (например – *Pegasus Mail*, *Outlook Express*), программы вспомогательного плана (*Flash Get*) и т.д. Помимо этого, для создания web-сайтов (интернет-страниц организации) целесообразно при-

менять такие программы, как Macromedia Dreamweaver, Microsoft Front Page и другие.

7. Программы, в какой-то степени формирующие систему автоматизированного управления строительной организацией, – это «системы управления базами данных» (*СУБД*), например, *Microsoft Access*, программное обеспечение локальной сети, разнообразные программы учета ресурсов предприятия, планирования деятельности отделов и подразделений, документационно-справочные комплексы, обучающие и тестирующие материалы, и т.д.

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА САПР. ПРОГРАММЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Для того, чтобы было возможно установить на ПЭВМ и эксплуатировать современные программные комплексы САПР, компьютер должен обладать необходимыми аппаратными средствами (т.е. обладающими нужными, достаточными характеристиками).

Процессор компьютера должен обладать достаточно высокой тактовой частотой (рекомендуемый минимум – 700 МГц). Желателен процессор Pentium III или Athlon. *ОЗУ (оперативная память)* должна быть порядка 1024 Мбайт (минимум – 256 Мбайт). Это сочетание характеристик аппаратных средств должно обеспечить высокое быстродействие и исключить возможность сбоев и «зависания» компьютера, которые не являются редкостью при работе с «мощными» программами.

Объем *жесткого диска* компьютера должен составлять около 30 Гбайт (что даст возможность установить на компьютере сразу несколько крупных программных комплексов САПР). *Видеосистема* компьютера (т.е. сочетание «видеоадаптер – монитор») должна отвечать следующим требованиям: *видеоадаптер*: частота обновления – порядка 100 Гц (не менее 75 Гц), рекомендуемое разрешение 1280×1024; *монитор*: размер по диагонали 21 дюйм.

Желательно наличие *дисководов CD-RW* или *DVD-ROM* (в лучшем случае – двух), что дает возможность не только устанавливать программы с компакт-диска, но и копировать диски, создавать диски данных или мультимедийные диски. Наличие *USB-разъема* позволяет подключать дополнительные внешние устройства. Среди *плат расширения* рекомендует-

ся наличие звуковой карты, цифрового интерфейса и карты видеообработки.

Наличие на компьютере сетевой карты позволит создать локальную компьютерную сеть организации (или подключить компьютер к уже существующей сети). Модем (встроенный или внешний) даст возможность подключать ПЭВМ к глобальной сети Internet, а также пользоваться некоторыми другими видами связи.

Рекомендуется приобретение лазерного или струйного принтера (позволяющего распечатывать листы формата А1). Из мультимедийного оборудования рекомендуется приобретение планшетного сканера (для «оцифровки» графических изображений, т.е. перевода их с бумажных носителей в файл рисунка), цифрового фотоаппарата, цифровой видеокамеры.

Существуют также некоторые виды аппаратного обеспечения, позволяющие выполнять специфические функции контроля качества материалов (определения некоторых характеристик материалов), контроля параметров и управления некоторыми технологическими процессами, обработки результатов испытаний (данные поступают в компьютер от датчиков, располагающихся в «испытательной системе») и т.д. Обладание таким аппаратным обеспечением сегодня, к сожалению, является реальностью только для строительных организаций Запада, а также для некоторых научных организаций нашей страны. Но разработка таких устройств является одним из самых перспективных направлений развития информационных технологий в строительстве.

Если говорить о системном программном обеспечении, необходимом для нормального функционирования программных комплексов САПР, то следует заметить, что наилучшей для этого операционной системой сегодня является операционная система Windows компании Microsoft (желательны версии Windows 98, Windows 2000, Windows XP).

Пакет прикладных программ Microsoft Office можно сегодня встретить практически на каждом компьютере, на котором установлена операционная система Windows. Назовем наиболее важные для работы строительной организации программы, входящие в этот пакет:

Microsoft Word – современный многофункциональный текстовый редактор, фактически – редакционно-издательский комплекс, предоставляющий возможность создавать текстовые документы любого уровня сложности, отвечающие практически любым нормативным требованиям. Проектная документация может и должна оформляться в этой замечательной программе. Программа позволяет «внедрять» в состав документа гра-

фические изображения, полученные из других программ, рисовать простые рисунки (иллюстрации), создавать таблицы и формулы (эту задачу решают два «невидимых» обычному пользователю приложения, сопутствующие пакету *Microsoft Office*: **Microsoft Graph** и **Microsoft Equation**).

Microsoft Excel – табличный редактор, позволяющий создавать «расчетные» таблицы (т.е. таблицы данных с возможностью осуществления расчетов – получения результатов вычисления в определенной ячейке, строке, столбце). Это могут быть и существующие сегодня официальные «формы», такие как ведомости оплаты, сводные таблицы производственных отделов, сметы и т.д., и специально подготовленные «расчеты», выполненные в табличной форме (например, расчет деревянных стропил, расчет требуемого количества линолеума и др.). Программа предоставляет возможность «автоматически» строить любые графики на основании табличных данных. Причем, если исходные данные в ячейках изменить, то автоматически меняется и график (диаграмма).

Microsoft Access – система управления базами данных. Программа позволяет создавать, вести и редактировать электронную базу данных любого строительного предприятия, в т.ч его структурных подразделений. Правильно организованная электронная база данных служит не только источником оперативно изменяющейся информации, но и позволяет получать определенные формы (текстовые документы), необходимые для функционирования организации (отчеты, ведомости расхода материалов, сравнительные таблицы тендера поставщиков, инвентаризационные ведомости и пр.). Подробнее некоторые аспекты организации электронной базы данных с помощью программы *Access* будут рассмотрены ниже.

Другие программы, входящие в состав пакета *Microsoft Office* будут рассмотрены ниже. Особенностью пакета прикладных программ является пользовательский графический интерфейс, организованный в программах пакета практически идентично, а также *технология OLE*, позволяющая программам пакета свободно обмениваться данными: так, например, таблицы, выполненные в *Excel*, можно вставить и отредактировать в документе *Word* (и наоборот); то же касается таблиц и форм программы *Access*.

Программа **MathCAD** позволяет решать широкий спектр математических, расчетных задач (сопровождая решение построением графиков). Так, например, расчет многопустотной железобетонной плиты (по методике СНиП), реализованный в этой программе, дает возможность решать множество однотипных задач (т.е. меняя исходные данные и, в некоторых случаях, дополняя и корректируя расчетные формулы, получать результа-

ты расчета практически всех типоразмеров плит). Программа позволяет производить дифференциальные вычисления, работать с матрицами, а также решать некоторые задачи на оптимизацию.

Программа *Statistica* позволяет производить статистические вычисления, решая практически любую прикладную задачу этого типа. Имеется возможность получения диаграмм и графиков, возможность настройки вида диаграмм.

Программа *AutoCAD* – современный чертежный комплекс, который по праву может быть назван системой автоматизированного проектирования. Позволяет получать точные чертежи, в т.ч. в 3D-проекции. Предоставляет пользоваться таким традиционным «средством» архитектурного черчения, как черчение по слоям; наличие режимов Model/Layout (Черновик/Лист) позволяет значительно ускорить процесс создания однотипных чертежей. Существует большое количество «утилит» – специальных вспомогательных программ, дополняющих комплекс *AutoCAD* некоторыми возможностями архитектурного и конструктивного строительного проектирования. Благодаря некоторым из них *AutoCAD* уже не слишком отличается по своим возможностям от программы *ArchiCAD*.

В ряду «вспомогательных» программ следует выделить: программы *Volo Explorer*, *Volo View*, *Autodesk View*, предназначенные для обеспечения совместной работы с проектами, реализованными в программе *AutoCAD* (при этом *AutoCAD* у пользователей может даже не быть установлен), программа *Autodesk WHIP*, позволяющая переводить файлы *AutoCAD* (формат *dwg*) в формат *dwf*, причем они занимают очень мало места на диске, позволяя сэкономить память, а также сократить время передачи по сети Internet.

Могут широко применяться также иные графические редакторы. В первую очередь нужно назвать программу «Компас», многофункциональный чертежный редактор (правда, подходящий более для выполнения машиностроительных чертежей, во всяком случае, принимая во внимание огромное число утилит и программных комплексов САПР для строителей, которые самым тесным образом сочетаются с программой *AutoCAD*, с ней трудно выдержать конкуренцию). Существуют мини-редакторы для создания набросков, эскизов и простых чертежей. Особого упоминания среди них заслуживают программы *Actrix Technical* и *AutoSketch R6*, обеспечивающие взаимодействие с программами пакета и с программой.

Среди системных программ, которые могут быть в какой-то степени отнесены к средствам САПР, можно назвать, например, программы-

архиваторы, позволяющие «упаковывать», сжимать файлы (т.е. уменьшать занимаемый ими объем памяти), – для увеличения свободного объема памяти жесткого диска, для транспортирования файлов посредством съемных дисков или для уменьшения времени (и стоимости) транспортирования информации по локальной (глобальной) сети. Самые распространенные архиваторы – это программы *ZIP* и *RAR*.

Наконец, необходимо назвать замечательный комплекс визуального программирования *Delphi*, позволяющий с минимальной затратой времени и сил создавать полезные *Windows-приложения* (прикладные программы, работающие в операционной среде *Windows*). Для работы в этой программе визуального программирования не требуется даже досконального знания языка программирования: достаточно знать несколько операторов языка и правил построения программы. Программный комплекс *Delphi* работает на основе языка программирования *Object Pascal* (несколько видоизмененный язык программирования *Pascal*).

АРХИТЕКТУРНЫЕ САПР. ARCHICAD

Создание архитектурного проекта, помимо творческой его составляющей (что, собственно, и делает архитектуру одним из видов искусства), включает в себя большое количество «рутинных», «технических» вопросов, проблем и задач. Да и путь от возникновения идеи проекта в сознании архитектора до воплощения ее в проекте весьма длителен и трудоемок. Когда же возникает необходимость донести образ проекта до потенциального заказчика (все теперь решается через конкурс и тендер), возникают порой непреодолимые сложности. В давние времена (еще от эпохи Возрождения), в стремлении победить на конкурсе проектов, архитекторы изготавливали грандиозные макеты задуманных сооружений. Так, один из претендовавших на реализацию проекта Собора Св. Петра в Риме изготовил деревянный макет, в который заказчик мог даже войти и ознакомиться с особенностями интерьера, с тем, как собор будет выглядеть изнутри.

Таким образом, от архитектурных САПР, как от средств, облегчающих работу над проектом и расширяющих возможности архитектора, требуется не только «принятие на себя» той «рутинной» технической работы построения детальных чертежей и составления предварительных смет. Требуется также обеспечение возможности наглядно (для заказчика и для самого архитектора) представить проект здания, сооружения. Ожидаются даже такие возможности, которые невозможны или весьма трудноосуше-

ствимы в реальной жизни. Как минимум, программный комплекс архитектурной САПР должен обладать огромными возможностями для воплощения замысла архитектора, быть максимально гибким и послушным его воле. Иначе он явится «оковами», вынуждая проеткировщика-творца обходиться теми элементами и характеристиками, которые этот комплекс САПР способен предоставить.

В ближайшее время, на фоне увлечения архитектурными САПР, следует ожидать вырождения искусства архитектуры; проектировщики, «выросшие» на программах, даже без их присутствия будут мыслить «категориями» программ, утратив воображение и творчество.

Одной из программ, в некоторой степени приближающейся к минимальным требованиям, описанным выше, является программа *ArchiCAD*. В настоящее время «на рынке» программного обеспечения нашей страны широко распространена версия *ArchiCAD 9.0*. В комплект поставки этого программного комплекса входят также библиотеки (*ArchiCAD Library*) и небольшие вспомогательные программы (*Plot Maker, Plot Flow, ...*). Иногда библиотеки *ArchiCAD* реализуются отдельно от программы.

Программа позволяет довольно быстро создать «объемный» проект здания. Процесс создания проекта выглядит следующим образом: задав необходимые параметры структурных элементов (размеры элемента, положение в пространстве, материалы, покрытие и т.д.), мы начинаем «рисовать» план здания, причем программа, пользуясь заданными параметрами, автоматически «дорисовывает» здание в пространстве. Трехмерное изображение (его еще называют 3D-изображением) можно просмотреть в любой момент в специальном 3D-окне. Программа автоматически строит любые требуемые разрезы здания, а также подсчитывает предварительные сметы.

Итак, возможности, предоставляемые программой *ArchiCAD*:

- поэтажное создание планов здания (есть возможность рисования размеров, отметок, дополнительных графических элементов, написания текстов);
- получение разрезов здания;
- подробное «конструирование» интерьера здания (с расстановкой мебели, санитарно-технических и бытовых приборов, цветов и т.д.);
- получение 3D-изображения (в перспективной и параллельной проекции, с возможностью подробной настройки положения «точки зрения» смотрящего на здание, в т.ч. и изнутри здания);

- просмотр 3D-изображения в нескольких вариантах (объемно-блочный, каркасный, без скрытых линий и со штриховкой);
- получение «фотоизображения» здания (улучшенное графическое изображение, насколько это возможно, имитирующее фотографию);
- подробное определение ландшафта и озеленения вокруг здания;
- получение смет (предварительный, оценочный подсчет количества необходимых материалов);
- возможность просмотра тени, отбрасываемой частями здания (получение «картины» теней для любой точки земного шара, для любого дня и часа в году, с учетом ориентации здания по сторонам света, дымки в атмосфере); возможность просмотреть «динамику» тени на любой день с восхода до заката;
- получение «видеороликов», дающих возможность подробно «осмотреть» здание снаружи и внутри, последовательно «обходя» его, «проходя» по всем помещениям и осматривая интерьер и т.д.

Создание проекта производится при помощи «инструментов»: «стена», «колонна», «балка», «окно / дверь», «плита перекрытия / покрытия», «крыша» и т.д. Формирование этажей осуществляется независимо, имеется возможность вставлять уже нарисованные элементы, используя буфер обмена.

Программа богата дополнительными возможностями. Например, возможность конструирования бревенчатых стен; возможность создания трапециевидных, зубчатых в плане стен и т.д.

Библиотека элементов представляет собой совокупность папок, содержащих файлы элементов: мебель, приборы, элементы ландшафта, озеленения, окна и двери, пустые проемы... Любой из этих элементов можно вставить, «внедрить» (импортировать) в проект *ArchiCAD*. Богатство возможностей программы зависит от «версии» библиотеки и своевременного обновления базы элементов.

Одной из важнейших особенностей программы *ArchiCAD* является то, что файл проекта, созданного в этой программе, может быть открыт и использован в других комплексах САПР. В частности, это программы расчетно-конструктивного проектирования *Stark_Es* и «*Мономах*».

Программа *ArCon* в большинстве своих функций аналогична программе *ArchiCAD*, но следует отметить одну замечательную возможность этой программы – возможность создавать очень подробно детально разра-

ботанные интерьеры зданий, а также ландшафты. Помимо этого, программа *ArCon* обладает функцией «динамичной визуализации», дающей впечатление реального нахождения наблюдателя в запроектированной комнате. Программа несколько беднее функциями, чем *ArchiCAD*, но более проста в освоении и применении.

В настоящее время очень активно развиваются средства визуализации проектов. Один из самых перспективных программных продуктов этого типа – пакет *3D Studio VIZ R2*, предназначенный для «создания» и качественной визуализации (в виде изображений и роликов) интерьеров и экстерьеров зданий и сооружений, а также ландшафтного дизайна. Бесспорным преимуществом этой программы является возможность обмениваться информацией с программой AutoCAD (ведь эти программы созданы одной фирмой – компанией Autodesk).

Среди программ, позволяющих реализовывать части архитектурного проекта, необходимо выделить программы, позволяющие решать задачи строительной физики, и, в частности, производить расчет и проектирование теплотехнических параметров стен. Весьма простой и доступной сегодня является российская программа «*СИТИС: ТРАК*», произведенная ООО «СИТИС» («Строительные информационные технологии и системы»). Она предназначена для расчета теплотехнических параметров стен в соответствии с методикой расчета, приведенной в СП 23-101-2004, СНиП 23-02-2003, СНиП 23-01-99*, СНиП II-3-79**. Она выполняет вычисление сопротивления теплопередаче, требуемого сопротивления теплопередаче, сопротивления паропрооницанию, требуемого сопротивления паропрооницанию и сопротивления воздухопроницанию.

Программа содержит некоторый набор материалов, из которых можно «сформировать» стену. Параметры, которые оператор должен задать для дальнейшего расчета, – это город, расчетная температура внутреннего и наружного воздуха, влажность внутреннего воздуха, тип здания. Условия эксплуатации и влажностный режим помещений здания определяются автоматически. Имеется возможность добавления материалов (с внесением сведений об их параметрах). Для каждого добавленного материала в обязательном порядке должен быть задан некоторый набор значений толщины слоя материала. Если по результатам автоматического расчета стена не удовлетворяет требованиям норм, программа предлагает минимально необходимый размер слоя утеплителя, при котором нормы будут соблюдены.

РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ САПР. КОМПЛЕКС «БЕТА» – «РАДУГА». STARK. FEM

Расчетно-конструктивный этап создания проекта является самым сложным из всех видов проектирования в строительстве. Самым сложным и самым трудоемким. А это, порой, существенно ограничивает возможности реализации «смелых замыслов» архитектора: расчет может потребовать многодневных усилий целой группы опытных специалистов. Ко всему прочему, стремление уменьшить сложность и объемность расчета (если расчет выполняется прогрессивными, снижающими материалоемкость методами) неизбежно приводит к уменьшению точности результатов и, как следствие, к необоснованному перерасходу материалов. Все эти проблемы могут быть решены в том случае, если в расчетах строительных конструкций будут применяться многофункциональные программные комплексы САПР.

Среди существующих сегодня расчетных комплексов следует выделить прежде всего комплекс «*Бета*» – «*Радуга*», разработанный в Полоцком государственном университете. Комплекс предназначен для выполнения расчета и конструирования железобетонных конструкций в соответствии с требованиями СНБ 5.03.01-98 «Конструкции бетонные и железобетонные. Нормы проектирования». Программы, составляющие комплекс, взаимодействуют, обеспечивая решение поставленной задачи.

Программа «*Радуга*» предназначена для выполнения статического анализа плоских и пространственных стержневых систем. При работе в программе формируется расчетная схема конструкции (состоящая из стержней определенного сечения и материала, опорных закреплений и нагрузок), затем задаются параметры расчета и, после выполнения автоматического расчета, просматривается результат (в свою очередь состоящий из таблиц результатов и наглядного изображения эпюр внутренних усилий, опорных реакций и перемещений).

Имеется возможность задавать комбинации нагрузок; при формировании варианта нагружения регулировать необходимые коэффициенты. Библиотека сечений в программе «*Радуга*» содержит следующие виды сечений: типовые (металлические профили по сортаменту), стандартные (геометрические фигуры: прямоугольник, тавр, двутавр, кольцо) и пользовательские (сформированные пользователем в других программах), а также железобетонные сечения. Исходный набор (библиотека) материалов включает сталь, алюминий и бетон разных классов (для железобетонных

элементов параметры материалов входят в файл самого сечения железобетонного элемента). Для каждого из материалов можно уточнять (изменять) его характеристики, т.е. принимать их не по ГОСТу (по умолчанию), а, например, по результатам испытаний. Определяя параметры расчета, имеется возможность учитывать геометрическую и физическую (для железобетонных элементов) нелинейность.

Просмотр полученных результатов возможен в трех режимах: режим таблицы (сводная таблица внутренних усилий и перемещений), режим просмотра эпюр и значений непосредственно на стержнях конструкции (на всех стержнях одновременно), а также режим диалога (просмотр эпюр внутренних усилий в диалоговом окне для каждого стержня в отдельности). Режим диалога позволяет определить значение внутреннего усилия для любой точки по длине стержня. Программа позволяет сформировать отчет – файл, содержащий таблицы исходных данных и таблицы результатов и предназначенный для печати.

Программа «*Радуга*» дает возможность производить расчет статически определимых и статически неопределимых плоских и пространственных конструкций: балок, колонн, плоских и пространственных рам, ферм, сложных конструкций (например, опор высоковольтной линии электропередачи). Программа весьма проста в усвоении; особую ценность придает ей возможность экспортировать расчетную схему конструкции (с нагрузками или эпюрами) в программу *AutoCAD*, при этом схема сохраняется в файл с расширением *dxf*. Возможен также экспорт расчетной схемы из *AutoCAD* в программу «*Радуга*».

Назначение программы «*Бета*» – расчет прочности и трещиностойкости нормального сечения железобетонных элементов. Программа позволяет формировать железобетонное сечение, очень подробно задавая геометрические параметры сечения, характеристики бетона и арматуры. Сечение элемента может включать в свой состав бетоны разного класса с разными характеристиками (класс по прочности, условия твердения и т.д.). Арматурные стержни задаются каждый в отдельности; для них определяется класс арматуры, вид, наличие профиля и т.д. Если арматура является преднапряженной, для стержней определяется величина предварительного напряжения, особенности учета потерь преднапряжения, способ натяжения и т.д.

Подробное определение нагрузок позволяет формировать для данного элемента разные виды напряженно-деформированного состояния. Величины изгибающих моментов определяются по двум осям сечения: *X* и *Y*. Программа позволяет производить расчет трещиностойкости элемента,

расчет по заданным нагрузкам и на прочность. Непосредственно перед расчетом выбирается тип применяемой диаграммы деформирования: параболическая либо параболически-линейная. Имеется возможность производить расчет и по методике СНиП «Бетонные и железобетонные конструкции». Существует также возможность производить конструктивный расчет: определять требуемый диаметр продольной рабочей арматуры.

Просмотр результатов расчета: сразу после завершения автоматического расчета, программа выводит на экран окно, содержащее информацию о результатах (величины расчетных внутренних усилий, а также где произошло разрушение: по бетону или по арматуре). Далее, имеется возможность провести по сечению базовые линии будущих эпюр. Сами эпюры можно просмотреть, поочередно нажимая на основания эпюр; эпюры (в случае наиболее полного расчета) выводятся для четырех «моментов жизни» конструкции: на момент отпуска предварительного напряжения, в момент трещинообразования, в момент достижения заданного внутреннего усилия и на момент разрушения. Отчет в программе формируется автоматически.

Программа «Бета» дает возможность вести расчет железобетонных элементов при усилении конструкций. Программа способна взаимодействовать с программой «Радуга». Например, в программе «Бета» создается железобетонное сечение, далее оно сохраняется как сечение для программы «Радуга» (необходимо поместить его в каталог сечений железобетонных элементов); после, производится определение внутренних усилий в расчетной схеме рассчитываемой конструкции, а затем величины этих усилий используются в программе «Бета» для расчета по нормальным сечениям.

Аналогом программы «Радуга» в некоторой степени является программа *SAPS CAD* (Россия). Назначение программы – статический расчет плоских конструкций, состоящих из стержневых (балочных) элементов (балок, ферм, рам и т.д.). Программа беднее возможностями, чем «Радуга»; к числу основных недостатков *SAPS CAD* относится в первую очередь то, что программа создана для операционной системы MS DOS и значительно сложнее в работе и освоении. Аналогичные недостатки, проявленные еще в большей степени, имеет и программа «Прочностной расчет балок и рам методом конечных элементов», входящий в САПР «Сударушка» (Россия). В этот комплекс САПР входят также программы «Прочностной расчет ферменных и тонкостенных конструкций», «Расчет оболочки с вмятиной», а также «Система проектирования деревянных домов».

Не очень большое удобство программ САПР «Сударушка» объясняется, по всей видимости, тем, что создатели ее специализируются на самолето-строении, а эти программы – в некоторой степени «побочный продукт». Вместе с тем, программы могут быть очень полезны для решения некоторых строительных задач, если «под рукой» нет таких современных расчетных комплексов, как САПР «Бета» – «Радуга».

Существует целый ряд специализированных программ, позволяющих производить расчет и конструирование разнообразных строительных конструкций. Например, программа «**Фундамент**» (Россия), позволяющая осуществить проектирование столбчатого, ленточного и свайного фундамента; рассчитать подпорную стену; проверить фундаменты по прочности; определить осадку фундамента (можно учесть при этом влияние соседних фундаментов, динамическое воздействие машин); проверить прочность грунтового основания; провести расчет на сейсмические нагрузки; рассчитать способы устройства свайных фундаментов различных видов; провести динамический расчет фундаментов и т.д.

Простые и удобные в применении, но ограниченные по возможностям программы для расчета армирования монолитных железобетонных стен («**СИТИС: ТАС**») и монолитных железобетонных перекрытий («**СИТИС: ТАП**») доступны любому пользователю (в сети Internet можно найти страницы, позволяющие загрузить на свой компьютер эти программы). Для осуществления автоматического расчета достаточно задать ряд параметров: толщина стены (плиты), величина защитного слоя бетона, классы бетона и арматуры, а также нормативный момент от всех нагрузок на конструкцию. Расчет можно производить по обеим группам предельных состояний. Результатом расчета является таблица и схема армирования.

Среди крупнейших многофункциональных расчетных комплексов (основанных на методе конечных элементов – МКЭ), распространенных в проектных организациях стран СНГ, следует назвать прежде всего программы *Stark_Es* и *FEM-models* (Россия), а также *Scad*, «*Лира*» и «*Мономах*» (Украина).

Программа *Stark_Es* (созданная компанией «Еврософт», Россия) предназначена для статического и динамического расчета строительных конструкций, она позволяет также осуществлять конструктивные расчеты бетонных, железобетонных и металлических конструкций, в том числе с учетом сейсмических воздействий. Расчет производится в соответствии со СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия», СНиП II-7-81* «Строительст-

во в сейсмических районах», СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции», СНиП II-23-81* «Металлические конструкции».

Построение расчетной модели – самая трудоемкая часть работы во всех программах на МКЭ, а в *Stark_Es* особенно. Конструкции рассчитываемого здания «упрощаются» до конечных элементов: *2D-стержневые элементы*, *3D-стержневые элементы*, *2D/3D-прямоугольник* (моделирующий подбалки или надбалки), *элементы плосконапряженного / плоскодеформированного состояния*, *элементы изгибного состояния*, *элементы плоской оболочки* и *объемные конечные элементы*. В окне препроцессора создается (графически) расчетная модель из этих элементов, причем для каждого конечного элемента требуется определять необходимые параметры: модуль деформации, модуль сдвига, плотность и т.д.

Для упрощения построения расчетной модели ее можно строить по частям, т.е. сначала создавать «частичные проекты», содержащие фрагменты большой, общей расчетной модели, а затем, произведя операцию слияния, получить общий проект (каждому частичному и общему проекту соответствует отдельный файл). Программа *Stark_Es* позволяет использовать проекты *ArchiCAD* для автоматического создания конечно-элементной расчетной модели.

После подробного задания параметров расчета в окне постпроцессора можно получить результаты в табличном и графическом виде; результаты можно сохранить в виде файла текстового документа Word. Конструктивные расчеты предполагают: расчет по прочности железобетонных балок, подбалок (в т.ч. с подбором арматуры), определение расчетных длин стержневых элементов, расчет на прочность и устойчивость металлических изгибаемых элементов, а также различных типов колонн.

Программа *Stark_Es* дает возможность взаимодействия с другими расчетно-конструктивными программными продуктами, существенно дополняющими ее возможности в плане конструктивных расчетов. И, в первую очередь, это относится к *пакету программ для расчета элементов строительных конструкций ПРУСК*. Пакет состоит из крупных расчетных подсистем, фактически являющихся отдельными программами, реализованными на единой системной базе: «Система железобетонных плит», «Железобетонная балка», «Железобетонное сечение». Первые две программы обеспечивают расчет и конструирование арматуры для системы железобетонных плит, для многопролетных балок и ребристых плит. Последняя программа по своим функциям напоминает некоторые части программы «Бета», хотя и существенно уступает ей в возможностях.

Одной из самых простых и богатых возможностями расчета и построения конечно-элементной модели является программа *FEM-models* компании «Геореконструкция» (Россия). Программа, помимо «обычных» для конечно-элементных программ расчетов, позволяет решать упругие, упругопластические, реологические и динамические задачи сплошных сред, задачи теплопроводности, термоупругости, морозного пучения грунтов, а также задачи деформирования стержневых и пластинчатых систем.

Создание расчетной модели в программе *FEM-models* существенно облегчается, во-первых, возможностью использовать библиотеки конечных элементов, геометрических элементов и геометрических преобразований (а это значительно упрощает и ускоряет конструирование), во-вторых, возможностью определения параметров конечных элементов путем выбора их значений из таблиц, и в-третьих, наличием детальной и простой «обучающей базы»: справочника (фактически, учебника по структуре универсального конечного элемента), примеров создания конечно-элементных моделей, а также примеров решения конкретных задач по расчету и конструированию строительных конструкций.

К бесспорным достоинствам программы *FEM-models* следует отнести: возможность создания огибающих эпюр и изолиний, позволяющих осуществлять анализ результатов расчета; наличие конвертеров файлов (позволяющих, например, сохранять расчетную схему в виде документа *AutoCAD* или файла рисунка BMP с последующей вставкой его в *Word*); возможность бесплатного получения (через Internet) «демонстрационной версии» этой программы, что очень актуально, т.к. стоимость программ такого уровня составляет порядка 5000\$ за установку на одно рабочее место (один компьютер). Даже «демо-версия» программы позволяет строить новые (помимо имеющихся в библиотеках программы) конечные элементы, решать широкий спектр практических задач. Дополнительные элементы библиотек программы доступны для всех желающих через сеть Internet.

Пожалуй, самым популярным среди комплексов САПР, основанных на методе конечных элементов, является проектно-вычислительный комплекс *Scad (Structure CAD)*, созданный компанией SCAD Group. Комплекс предназначен для численного исследования на ЭВМ напряженно-деформированного состояния и устойчивости конструкций, а также и для автоматизированного выполнения ряда процессов конструирования. Моделированию в этой программе подлежат пространственные стержневые системы, произвольные пластинчатые и оболочечные системы, мембраны, массивные тела, комбинированные системы – рамно-связные конструкции

высотных зданий, плиты на грунтовом основании, ребристые пластинчатые системы, многослойные конструкции. Расчет выполняется на статические и динамические нагрузки. Статические нагрузки моделируют силовые воздействия от сосредоточенных или распределенных сил или моментов, температурного нагрева и перемещений отдельных областей конструкции. Динамические нагрузки моделируют воздействия от землетрясения, пульсирующего потока ветра, вибрационные воздействия от технологического оборудования, ударные воздействия. Конструкции могут иметь произвольные очертания, местные ослабления в виде различной формы отверстий и полостей, различные условия опирания.

Программа *Scad* включает несколько модулей, позволяющих решать ряд промежуточных задач и задач конструктивного расчета проектируемых элементов. Возможно конструирование на основе расчетных сочетаний усилий сечения железобетонных стержневых (косой изгиб, изгиб с кручением, внецентренное сжатие) и плоскостных (балок-стенок, плит, оболочек) элементов. В итоге можно получать изображение сечений с указанием расположения и диаметров продольной и поперечной арматуры, их увязку по длине стержневого элемента или по площади плоскостного элемента.

Главными преимуществами программы *Scad* перед другими комплексами этого типа являются:

- необыкновенно большие возможности создания конечных элементов (в т.ч. с использованием библиотек элементов);
- широчайшие возможности конструктивного проектирования строительных конструкций:
 - балочных ростверков,
 - сложных оболочек,
 - коробчатых конструкций больших пролетов,
 - пилонов и вантовых систем висячих мостов,
 - мостовых опор,
 - тоннелей,
 - дорожных и аэродромных покрытий,
 - насыпей,
 - конструкций высотных башен и мачт, телескопов, магистральных трубопроводов, гидротехнических сооружений,
 - тяжелых конструкций атомной энергетики и прочих спецконструкций;

- возможность проведения расчета и конструирования по нормам разных стран (по выбору: нормы СНГ – Россия и Украина, Еврокод, нормы Франции, Германии и США) и многое другое.

Одним из самых существенных недостатков программы является очень большая стоимость одного рабочего места.

Необходимо назвать еще два популярных программных расчетных комплекса, созданных украинским НИИАСС: старейший в СНГ комплекс *«Лира»* и «сопряженный» с ним программный комплекс *«Мономах»*.

Программный комплекс *«Лира»* предназначен для автоматизированного проектирования и конструирования, численного исследования прочности и устойчивости конструкций каркасных и каркасно-панельных зданий, покрытий и перекрытий больших пролетов, мембран, подпорных стен, комбинированных систем, ферм, фундаментов под оборудование, фундаментных плит, коробчатых конструкций больших пролетов, тоннелей, пилонов и вантовых систем висячих мостов, тентовых покрытий, башен и мачт, бункеров и силосов, гидротехнических сооружений и др.

Основными достоинствами программы *«Лира»* являются: практически полное отсутствие ограничений на размер решаемых задач; возможность обмена информацией с программами *AutoCAD* и *ArchiCAD*; реализация нормативов и стандартов России, стран СНГ, США, Франции и др.; возможность учета геометрической и физической нелинейности; подробная настройка файлов отчетов; возможность составления пользовательского сортамента сечений, созданных в самой программе и т.д.

Программный комплекс *«Мономах»* предназначен для автоматизированного проектирования железобетонных конструкций многоэтажных каркасных зданий. Комплекс состоит из взаимосвязанных программных модулей:

Модуль *«Компоновка»* предназначен для формирования расчетной модели здания, проведения статического расчета и динамического анализа, подбора или проверки прочности сечений конструктивных элементов, формирования ведомостей расхода элементов и таблицы стоимости здания. Возможен экспорт данных, расчетной модели в программный комплекс *«Лира»*, а также в другие модули комплекса *«Мономах»*. В частности, модуль *«Кирпич»*, предназначенный для проверки прочности и проектирования армирования каменной кладки, использует данные, полученные в результате расчета в модуле *«Компоновка»*.

Модуль *«Балка»* предназначен для проектирования, расчета и конструирования монолитной железобетонной неразрезной многопролетной

балки с переменной высотой сечения по пролетам. Расчет производится по обеим группам предельных состояний; имеется возможность построения эпюры материалов.

Модуль «Колонна» предназначен для проектирования, расчета и конструирования монолитных железобетонных колонн различных форм сечений: прямоугольного, таврового, крестового, уголкового, кольцевого и др.

Модули «Фундамент» и «Подпорная стена» предназначены соответственно для проектирования, расчета и конструирования оснований и фундаментов, а также подпорных стен для заданных инженерно-геологических условий строительства.

Модуль «Плита» предназначен для проектирования, расчета по двум группам предельных состояний и конструирования: монолитных железобетонных плит перекрытия, фундаментных плит на естественном основании или на свайном поле. При этом контур плиты может иметь произвольное очертание, учитывается наличие отверстий, участков разной толщины плиты. Для фундаментной плиты учитывается наличие участков с разными характеристиками грунта. Учитывается податливость балочного ростверка. Имеется возможность экспортировать модель плиты в программу «Лира».

Модуль «Разрез» («Стена») предназначен для проектирования, расчета по двум группам предельных состояний и конструирования монолитных железобетонных стен произвольного контура совместно с примыкающими рамными конструкциями. Имеется возможность учитывать наличие отверстий и участков разной толщины стены. Сформированную расчетную схему можно экспортировать в программу «Лира».

Программа «Мономах» позволяет экспортировать модель, созданную в программе *ArchiCAD* (файлы с расширением *mdb*). Модули программы позволяют сохранять результаты расчета в виде текстовых файлов (где оформление результатов можно редактировать), графическую же информацию – в виде файлов *AutoCAD* (с расширением *dxf*).

Существуют крупные программные комплексы, предназначенные для решения задач определенной области строительного проектирования. Кроме вышеназванного комплекса «Мономах» (проектирование железобетонных конструкций многоэтажных каркасных зданий), следует назвать программный комплекс **PLAXIS**, предназначенный для выполнения геотехнических (геоинженерных) расчетов (а именно, конечно-элементного анализа деформаций и устойчивости). Для конечно-элементного анализа в области механики грунтов применяются также программы **ABAQUS**,

ANSYS, *ZSOIL* и некоторые другие (более сложные в освоении и дорогие, чем *PLAXIS*).

Программа *PLAXIS* может быть применена для решения большинства задач в сфере традиционной механики грунтов. В частности, это:

- определение глубины заложения фундаментов;
- проектирование возведения фундаментов;
- проектирование земляных работ (устройство котлованов, траншей и т.д.);
- расчет подпорных стен;
- расчет устойчивости откосов;
- расчет дорожной насыпи (в том числе и на динамическое воздействие);
- расчет инфильтрации;
- решение задач прокладки тоннелей.

Программа может быть использована как для расчета отдельных элементов, так и для комплексных вычислений.

Для создания конечно-элементной модели необходимо задание следующих исходных данных: геометрия слоев грунта, конструкция, нагрузки и граничные условия.

Для ввода геометрии в *PLAXIS* представлены такие элементы, как балка, шарнир, контактные поверхности, анкеры, геотекстиль (георешетки), тоннели, граничные условия, нагрузки.

Из созданной геометрической модели программа в автоматическом режиме генерирует неструктурированную конечно-элементную сетку с возможностью глобального и локального изменения ее плотности. Использование в модели элементов высокого порядка полезно для равномерного распределения напряжений в грунте и точного предсказания недопустимых нагрузок.

При создании расчетной модели необходимо базироваться на определенных почвенных моделях для имитации нелинейного и нестационарного поведения почв.

Самая простая из используемых в *PLAXIS* моделей грунтов – модель Кулона – Мора. Эта нелинейная модель базируется на параметрах грунтов, которые в большинстве случаев известны. Модель Кулона – Мора может применяться, например, для вычислений реальных конечных нагрузок кольцевых фундаментов, коротких свай, а также для расчета запаса прочности.

Модель рыхлых грунтов используется для точного анализа логарифмической работы на сжатие нормально консолидированного рыхлого грунта.

Модель мягких ползучих грунтов – это усовершенствованная версия модели мягких грунтов, включающая моделирование второй стадии ползучести.

Твердая модель применяется для более твердых грунтов – таких, как сверхконсолидированные глины и пески. Здесь используется упруго-пластичный тип гиперболической модели.

Программа *PLAXIS* предлагает различные виды расчетов: расчет *пластичности*, анализ *консолидации* и анализ *усовершенствованной конечно-элементной сетки*.

Расчет пластичности. Коэффициенты нагрузки используются для активизации установленных нагрузок (сосредоточенных или распределенных), установленных перемещений, веса и усадки грунта (для моделирования щитовой проходки тоннелей). Предусмотрена возможность моделирования процесса строительства.

Поэтапное возведение. Активизируя и деактивизируя группы элементов, возможно моделировать процесс строительства и экскавации. Это действие позволяет дать реалистическую оценку напряжений и перемещений, вызванных, например, строительством земляных дамб или котлованов для фундаментов глубокого заложения.

Консолидация. Снижение избыточного порового давления во времени может быть вычислено при анализе консолидации. Анализ консолидации требует ввода коэффициента проницаемости для различных слоев грунта.

Усовершенствованный анализ Лагранжа. С помощью этой функции программы можно постоянно корректировать сетку конечных элементов во время расчета. Это необходимо в том случае, если обычный анализ малых деформаций может привести к существенным изменениям геометрии.

Коэффициент устойчивости. Коэффициент запаса обычно определяется как отношение разрушающей нагрузки к действующей нагрузке. Это определение годится для фундаментов, но не для насыпных сооружений и шпунтовых стен (здесь более подходит используемое в механике грунтов понятие «коэффициент устойчивости», который определяется в PLAXIS как отношение действительной поперечной силы к минимальной требуемой для равновесия).

Контроль длины дуги. Это свойство позволяет точно рассчитать разрушающие нагрузки и выявить механизм разрушения. В обычных расчетах

контролируемых нагрузок процедура итерации прекращается, когда возрастающая нагрузка превысит пиковую. При использовании метода контроля длины дуги приложенная нагрузка понижается до такого уровня, чтобы зафиксировать пиковую нагрузку и любые остаточные нагрузки.

Результат может быть представлен в графической (графики, диаграммы и т.д.) и табличной форме.

Существует дополнительный расчетный модуль программы **PLAXIS 3D Tunnel**, предназначенный для расчета деформаций и устойчивости геотехнических сооружений (тоннелей) методом конечных элементов в трехмерной модели.

Модуль позволяет проектировать и рассчитывать тоннели, имеющие практически любую форму. Наиболее распространенными типами тоннелей являются: тоннель, возводимый щитовым способом Bored Tunnel (всегда круглый), и тоннель, возводимый тоннельной оболочкой NATM Tunnel (тоннель любой формы). Для моделирования могут применяться специальные строительные элементы: плиты, анкеры, геотекстиль. Помимо вышеприведенных моделей грунта, в модуле имеется возможность использовать новую усовершенствованную модель *Jointed rock*. Это анизотропная упруго-пластичная модель, где пластичный сдвиг может случиться только в ограниченном числе направлений сдвига. Эта модель может использоваться для моделирования поведения многослойных или сочлененных горных пород.

Особенностью модуля **PLAXIS 3D Tunnel** является возможность просмотра пространственной (3D) модели сооружения с применением перспективной проекции и затенения.

САПР ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

По сравнению с программами, предназначенными для расчетно-конструктивного проектирования, программы проектирования технологии строительства, производства строительных материалов и изделий, а также организации строительства не получили широкого распространения и популярности в странах СНГ. У нас не только неизвестны зарубежные программные продукты такого рода, но и собственных разработок в этой области сравнительно мало.

Однако факт использования строительными организациями программ именно этого направления говорит скорее всего о развитости и конкурентоспособности строительного комплекса страны. «Неприятие» орга-

низациями (точнее, инженерными работниками) иностранных программных продуктов этого рода объясняется не только их высокой стоимостью, но, конечно, разными «традициями», стилями проектирования и ведения технологических процессов в строительной области. Вопрос о целесообразности принятия западных (и восточных) взглядов на организацию и технологию строительства является весьма спорным; во всяком случае, применение в организации строительных работ сетевых графиков пришло к нам именно из-за рубежа. И все же этот вопрос нуждается в последующем внимательном рассмотрении.

В этом разделе необходимо рассмотреть несколько отечественных (вернее, российских) разработок, делающих возможным не только существенно облегчить процессы технологического и организационного проектирования, но и значительно расширить возможности инженерных работников в этом направлении.

Одной из самых крупных разработок в этой области следует назвать программу *RillSoft Project* российской компании *RILLsoft*, которая предназначена для расчета оптимального календарного плана строительномонтажных и ремонтных работ на стадии проектирования, для управления проектом, проведения анализа выполнения проекта и его коррекции.

В какой-то степени программа являет собой систему создания, ведения и управления специфической электронной базой данных. В основе того или иного проекта (т.е. системы календарного плана работ) лежит созданная в программе модель, состоящая из следующих элементов: *работы*, присвоенные работам *ресурсы* и созданные между работами *связи*. Модель имеет иерархическую структуру, т.е. выделяются технологические уровни, а также подпроекты. Группам ресурсов (группы создает сам оператор, работающий с программой) присваивается определенный уровень, т.е. приоритет. Под ресурсами понимаются люди, механизмы (возобновляемые ресурсы) и материалы (невозобновляемые ресурсы).

Программа *RillSoft Project* позволяет по желанию пользователя представлять проект в виде хорошо знакомой нашим инженерным работникам сетевой диаграммы, а также в некоторых других формах (например, график Ганта). Применение этих форм представления может позволить повысить управляемость «проектом», увидеть его с разных «точек зрения» (имеется в виду акцентирование внимания на разных аспектах проекта).

Важнейшим качеством программы, явленном сегодня в полной мере на российском строительном рынке (а в недалеком будущем и у нас; наши строительные организации, участвующие в российском строительном биз-

несе, оценят эти функции программы) является возможность четкой оценки и своевременного контроля финансово-экономической стороны реализующегося строительного «проекта». Во всяком случае, процесс проектирования организации строительных и ремонтных работ в условиях рынка, негосударственного инвестирования обязательно включает эту составляющую.

Итак, среди функций программы *RillSoft Project* – модуль «Экстра стоимость», позволяющий оперативно получить сведения об общей стоимости проекта, включая также возможные дополнительные расходы. Ресурсы программы позволяют делать обзор фронта проекта, определяя не только процент выполнения, выбивающиеся из сроков процессы, но и динамику стоимости проекта («График стоимости»), освоение капиталовложений и т.д. Контроль стоимости проекта позволяет осуществлять также контроль проектов, выполняемых субподрядчиками.

Форма представления проекта «План-Факт» позволяет анализировать выполнение проекта, фиксировать текущие изменения и т.д. Программа предоставляет возможность предварительной и оперативной оптимизации проекта, что позволяет значительно лучше и экономичнее распоряжаться имеющимися ресурсами (т.е. минимизировать их), получить стабильную загрузку персонала и т.д.

Части проекта, которые целесообразно и возможно предоставить «на всеобщее обозрение» (объяснение необходимости такого рода действий будет рассмотрено ниже), можно разместить на web-сервере организации. Для этого программа делает возможным сохранение части проекта в формате xml, благодаря чему они могут быть просматриваемы при помощи программ-обозревателей (например, *Internet Explorer*, *Netscape Navigator*). Если в организации реализована интрасеть, т.е. локальная сеть, принципы обмена информацией в которой аналогичны принципам web-сервиса сети Internet, то весь проект, сохраненный в формате xml позволяет разным структурным подразделениям одновременно пользоваться проектом (вести разработку, редактировать, оптимизировать, вносить оперативные данные в период выполнения и пр.).

Среди программ, обеспечивающих проектирование (и решение задач) различных технологических процессов, как строительно-монтажных, так и «производственных» и вспомогательных, следует выделить несколько программ, созданных в России и доступных для всех желающих через сеть Internet.

Программа *Across* предназначена для проектирования и определения объемов земляных работ. В частности, предполагается определение объемов земляных работ (проектирование, построение профиля) по возведению насыпей и дамб, по планировке площадок, по созданию, расширению или очистке каналов и прочих протяженных выемок.

Работа с программой начинается с внесения в таблицы необходимых данных по создаваемому проекту: параметров «пикетов» (существующие отметки, расстояния между отметками), размеров площадки и требуемого уклона (при проектировании горизонтальной планировки с уклоном и без него); ширины гребня дамбы, отметки верха дамбы, заложения верхнего и нижнего откосов (при проектировании дамбы) и т.д.

Расчет объемов выемки и насыпи происходит автоматически; пересчет при необходимости корректировки можно осуществить за считанные секунды. Программа позволяет проектировать земляные работы поэтапно, выполняя расчеты и получая графические изображения для каждого этапа. Помимо подсчета объемов земляных работ, программа позволяет получать графические изображения продольного профиля проектируемого земляного сооружения, а также его объемное изображение (в режиме трехмерного «поверхностного» графика), с возможностью просматривать объект под разными углами зрения, причем глубина положения точек объекта отмечается определенным цветом.

Существует множество программ, предназначенных для проектирования и даже управления некоторыми технологическими процессами производства стройматериалов и изделий, а также вспомогательными процессами. Так, для автоматизации проектирования (скорее, это можно назвать решением задачи по оптимизации) раскроя листового, а также линейного материала, с которым часто сталкиваются строительные организации, предназначено множество специальных программ.

Сущность задачи состоит в необходимости получения т.н. карты раскроя листового материала (стекла, шифера, фанеры и т.д.), позволяющей наиболее экономно разрезать листы стандартного или специального, имеющегося размера на прямоугольные фрагменты в соответствии с заказом. Назначение карты раскроя – не только в достижении максимальной экономии материалов, но и в необходимости документального подтверждения необходимого общего расхода материалов, а следовательно, и стоимости заказа.

Итак, программы, выполняющие эту работу, весьма распространены в строительных организациях СНГ. Вот некоторые из них: программа «*Ac-*

«*Астра Раскрой*» (позволяет вести учет наличного материала и остатков по размерам, в т.ч. для того, чтобы использовать остатки в расчете других заказов), *PaneCut*, *Cutting* (позволяет учитывать ширину режущей части инструмента, получать высококачественные изображения карт раскроя, вести расчет, подробно определяя желательные параметры: расчет по времени раскроя, учитывать сложность заказа и т.д.), *NCL* (программа позволяет вести раскрой листового материала на детали любой формы), *Базис-Раскрой*, *SDCC* и др. Большинство программ позволяют распечатывать полученные карты раскроя и спецификации.

Для проектирования раскроя линейного материала (арматура, стальной прокат, элементы из алюминия, деревянный брус и другие пиломатериалы и т.д.) имеется возможность применять программу «*Оптимальный раскрой линейных отрезков*».

Среди прочих программ, проектирующих отдельные технологические процессы, можно выделить: программы для проектирования погрузочно-разгрузочных работ *TruckLoader* (широкое моделирование транспортных процессов: погрузка-разгрузка, экспедирование и даже логистика) и *Packer3d-omega* (для расчета оптимальной укладки грузов в транспортные средства); программа, проектирующая вырубку просеки *Pros* (формирование проектной документации и определение объемов работ) и многое другое.

Наконец, к «общетехнологическим» программам следует отнести программы *АИСТ* и «*Сервер регистрации данных*». Программа *АИСТ* (Автоматизированная Информационная Система Технолога) представляет собой специализированную базу данных, заполняемую и ведомую пользователем. На предприятии строительного профиля она может являться носителем информации о технологических параметрах оборудования; это технические паспорта (включая фотографии и чертежи) и сертификаты на продукцию, а также адреса разработчиков, производителей и поставщиков оборудования. Система редактирования и автоматического поиска существенно облегчает работу технолога.

Программа «*Сервер регистрации данных*» позволяет организовать автоматический или автоматизированный технологический процесс на предприятии, производящем строительные материалы и изделия. Программа организует сервер, который дает возможность аккумулировать данные с устройств, входящих в систему, обмениваться данными с автоматическими устройствами, контролировать и управлять технологическими процессами.

САПР СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ЭКОЛОГИИ

Строительные испытательные лаборатории и службы метрологии и контроля качества выполнения работ, качества производимых материалов и изделий существуют на всех предприятиях строительного комплекса. Помимо них, контролем качества, метрологией и испытаниями строительных конструкций и материалов занимаются центры стандартизации и метрологии (ЦСМ), «независимые» строительные лаборатории, а также лаборатории научных организаций и учебных заведений. В Полоцком государственном университете такие функции выполняет испытательно-исследовательский центр (ИИЦ). Экологический контроль обязаны осуществлять сами строительные организации, производящие работы, материалы и изделия. Помимо этого существуют специализированные лаборатории (государственные и негосударственные), осуществляющие подобный контроль.

Программное обеспечение, необходимое для такого рода деятельности, имеется на «софт-рынке» нашей страны весьма в небольшом количестве. Но значимость этого направления САПР возрастает год от года. В первую очередь, это связано с реализуемыми в нашей стране программами по сертификации продукции строительного комплекса, по лицензированию деятельности строительных организаций. Важность повышения качества экологического контроля насущна сегодня вследствие надвигающегося глобального экологического кризиса (вернее, кризис уже настал, только осознание этого есть пока не у всех).

Среди программ, связанных с контролем качества и работой строительных лабораторий, необходимо упомянуть встречающееся в разных модификациях *«Автоматизированное рабочее место (АРМ) лаборанта строительной лаборатории»*. Это программный комплекс, обеспечивающий организацию и ведение работы по контролю качества «входящих» и производимых материалов и изделий. Комплекс включает в себя бланки форм необходимой документации, требуемой нормами, расчетные модули, справочную информацию и т.д. Т.е. фактически представляет собой электронную базу данных (частично формируемую пользователем), систему управления ею и некоторые дополнительные возможности.

Расчетные модули программы позволяют, в частности, производить генерирование случайных чисел (для осуществления произвольных выборок из партий материалов и изделий), осуществлять статистические подсчеты. Большое количество обязательных методик осуществления

выборок, испытаний и т.д. (зафиксированных в ГОСТах) может быть быстро освоено и реализовано даже человеком, не обучавшимся этому специально.

Помимо этой программы существует целый ряд вспомогательных программ по обеспечению измерений, связанных с контролем качества и научными исследованиями. Целая группа программ предназначена для построения и анализа графиков: *Advanced Grapher* (построение графиков в декартовой и полярной системе координат), *MultyGraphiX* (полярная, декартова и сферическая система координат), *3D Grapher* (построение анимированных графиков функций, а также по табличным данным), *iGraph* (одновременное построение четырех графиков), *Plotter* (построение поверхностей в декартовой 3D системе координат) и др.

Решению часто возникающей необходимости оцифровки графиков, существующих на бумажных носителях, служат специальные программы: *Graph2Digit*, *GetData* и *Grafula3* (позволяют на основании файла рисунка, цифровой фотографии или изображения, полученного со сканера оцифровать график, т.е. получить таблицу данных, на основании которых этот график был построен, а также передать эти данные в иные программы, в частности, в *Microsoft Excel*), *FindGraph* (помимо оцифровки позволяет проводить линии аппроксимации через точки, осуществлять построение линейных и нелинейных линий регрессии и другие виды статистического анализа точек), *Crossdot* (помимо оцифровки точек с экрана может производить анализ точек, построение скаттер-диаграмм, диаграмм плотности распределения, выполнить аппроксимацию, подготовить документ отчета и т.д.) и многие другие.

Существует множество программ, служащих для статистического анализа и обработки результатов измерений. Прежде всего, это программа *Data Master* (служит для автоматизации измерительных систем, регистрации, обработки и анализа данных, имеет в своем составе универсальный драйвер для измерительных приборов, способных передавать данные на компьютер), программа *Internal Control* (предназначена для автоматизации процедур оперативного и статистического контроля показателей качества результатов измерений). Некоторые другие вспомогательные программы: программы *Horoscope* и «Гусеница» (предназначены для анализа и прогноза временных рядов), *Ошибка 2.0* (подсчет ошибки средней статистической величины), *StepRegression* (программа, производящая множественный регрессионный анализ для данных, представленных в *Excel*), а также целый ряд программ – конвертеров единиц измерения: *Unit Conversion*

Tool (250 единиц измерения), *Convert* (более 300 единиц измерения), *Advanced Converter Prof.* (450 единиц измерения), *CCUnits*, *Cresotech Convert-It*, и т.д.

Особый вид программ – программы, предназначенные для подготовки, управления и автоматизации работ по контролю качества, организации экспериментальной работы, являющиеся системами управления электронными базами данных. Это, прежде всего, программа *SuperTab*, представляющая собой универсальную электронную таблицу, позволяющую автоматизировать работы по подготовке и обработке экспериментальных данных, а также программа *WinMetrolog*, представляющая собой базу данных аттестованных методик выполнения измерений и стандартных образцов, сопровождаемую системой управления этой базой.

Среди программ для экологического контроля необходимо выделить распространенную в России программу *EcoSewages*, представляющую собой полностью автоматизированный программный комплекс для контроля качества сточных вод. Программа имеет модуль, позволяющий работать с калибровочными графиками.

МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. РАБОТА С INTERNET

Целый ряд программных комплексов САПР предполагает использование мультимедийных технологий, которые могут носить вспомогательный характер либо составлять один из главных этапов реализации САПР-программ. Работа в сети Internet в какой-то степени может являться составной частью систем автоматизированного проектирования; некоторые программы САПР предоставляют возможность трансляции расчетных данных с использованием технологий Internet (имеются в виду протоколы передачи данных) как в локальной сети организации, так и в глобальную сеть.

Технология мультимедиа предполагает создание, обработку и совместное использование различных видов информации: символьной (тексты, формулы), графической, анимационной, звуковой и видеоинформации.

Воспроизведение и хранение, а также запись всех этих видов информации (уже имеющих в цифровом виде) можно осуществлять с использованием лазерных компакт-дисков и устройств для работы с ними – *дисководов CD-ROM, CD-RW и DVD-ROM*. Первый из них предназначен для считывания, воспроизведения информации с дисков разного типа. Второй (CD-RW), помимо этих функций, позволяет записывать информацию на

диски CD-R («одноразовая запись») и диски CD-RW (перезаписываемые много раз). Устройства DVD-ROM отличаются от предыдущих возможностью работы с дисками повышенной емкости. Так, диск CD-ROM (CD-RW) имеет емкость до 700 мегабайт, тогда как диск DVD-ROM – несколько гигабайт.

Запись информации на диски осуществляется специальными программами, самой многофункциональной среди которых является программа *Nero Burning ROM*. Она позволяет записывать диски данных (data), и прочие виды дисков. Существуют также и другие программы для копирования и создания DATA-дисков.

Для записи и воспроизведения звуковой информации ПК должен обладать *звуковой картой*. Запись звука может осуществляться через *микрофон*. Для прослушивания звука необходимы *наушники* и *колонки*. Программы, осуществляющие запись и воспроизведение звуковой информации, называются *проигрывателями*. Существует несколько видов программ-проигрывателей; чаще всего можно встретить следующие: *Avance Sound Manager (AvRack)*, *DivX Player*, а также *Winamp*.

Для записи и воспроизведения видеoinформации необходима *видеокарта*. Наличие этого устройства позволяет подключить к компьютеру *цифровую видеокамеру*, записать на жесткий диск фильм с этой камеры, редактировать и воспроизвести видеoinформацию. Для «проигрывания» фильмов, поступивших с видеокамеры или из файла (с компакт-диска, из Internet) применяется программа «*универсальный проигрыватель*» (*Media Player*), способный воспроизводить также и звуковые файлы.

К технологии мультимедиа относится процесс сканирования и последующей обработки информации. Сканирование производится *сканером* – устройством, «воспринимающим» изображение сканируемой поверхности и сохраняющим информацию о нем в «цифровом» виде – на компьютере. *Сканеры* бывают *роликовые* и *планшетные*. Управлять процессом сканирования способны специальные программы, прилагающиеся к сканирующему оборудованию при его приобретении.

Графическое изображение сканируемого объекта может быть отредактировано и «распознано» некоторыми программами. Если информация со сканера не подлежит распознаванию, она редактируется в «графических редакторах», таких, как программа *Photoshop* (графическая информация может поступать на компьютер не только со сканера, но и с *цифрового фотоаппарата*). Оцифровка графиков, «воспринятых» со сканера, производится специализированными программами, рассмотренными ранее. Ра-

бота в программе *Photoshop* предполагает: нанесение на изображение линий, «мазков кистью» и т.п.; стирание линий; заливку цветом части изображения; удаление частей изображения, добавление фрагментов других изображений; «размытие» линий, изменение цветовых оттенков; применение художественных эффектов и многое другое.

Если отсканирована текстовая информация, распознать ее (т.е. перевести из графического формата сохранения информации в текстовый, с которым могут работать текстовые редакторы) может, например, программа *Fine Reader*. Страница с текстом закладывается в сканер, процесс сканирования запускается из самой программы *FineReader*. После сканирования инициируется процесс распознавания, в результате которого графическое изображение («фотография») сканируемой страницы превращается в текстовую страницу; текст необходимо проверить и исправить неправильно распознанные его фрагменты. Последний этап работы в этой программе – «трансляция» получившейся страницы в программу *Word*, т.е. сохранение текста в виде документа *Microsoft Word*. Применение этой программы позволяет избежать набора уже напечатанных текстов.

Существуют программы, способные «перевести» сканированное изображение в файл AutoCAD. Программы могут выполнять сканирование, фильтрацию растра, коррекцию линейных и нелинейных искажений, создавать и редактировать растровые объекты, векторизовать растр в полуавтоматическом и автоматическом режимах, корректировать векторные схемы и чертежи, полученные в результате автоматической векторизации и т.д. В первую очередь, это программы *RasterDesk 2000*, *Spotlight*, *Vector*.

Ярчайшим примером совместного использования всех вышеописанных видов информации в одном проекте является «*мультимедийная презентация*», создаваемая с помощью программы *Microsoft Power Point* (входящая в состав пакета *Microsoft Office*). Проект (например, документ, просматриваемый через компьютер: электронная книга, слайд-программа, интернет-страница...) может содержать текстовую информацию, графическую информацию (иллюстрации, чертежи), звуковую информацию, анимационную и видеoinформацию (как элемент оформления и как иллюстрацию). Программа *Power Point* позволяет демонстрировать мультимедийные презентации через проектор или по интрасети организации.

Работа в глобальной сети Internet сегодня является насущной необходимостью для строительного предприятия, чья деятельность протекает в рыночных условиях. Сегодня в большей степени это проявлено в России:

многие организации весьма охотно используют сеть для получения дополнительных возможностей.

Что может дать Internet строительной организации, инженеру-строителю? Вот некоторые имеющиеся возможности:

1. Получение информации: о новых материалах и перспективных технологиях, о новой технике и научных открытиях в строительной области; получение файлов: от нормативной документации и справочников до программ САПР, распространяемых бесплатно (*freeware*).

2. Поиск информации об организациях и событиях: о поставщиках материалов и техники, о заказчиках и заказах, об объявленных тендерах и конкурирующих организациях и т.д.

Для реализации этих возможностей необходимо владеть технологией поиска информации в Internet. Программное обеспечение, необходимое для этого: прежде всего – браузер, затем – некоторые другие программы, облегчающие или делающие возможной передачу информации по сети.

3. Связь через Internet: переписка по электронной почте с сотрудниками, находящимися в других городах и странах, переговоры с заказчиками и поставщиками (есть возможность пересылки файлов договоров, счетов-фактур, прочей необходимой документации), возможность получить консультации специалистов по тому или иному вопросу; наконец, возможность обсудить с коллегами на *телеконференции* или в *чате* (на *форуме*) важные и насущные вопросы проектирования, работы организаций и возможные решения организационных или инженерных проблем.

Для реализации этих возможностей необходимо иметь адреса электронной почты (*e-mail*) и специализированные программы для работы с электронной почтой. Возможности работы с телеконференциями и *чатами* могут предоставить браузеры, а также некоторые другие дополнительные программы.

4. Реклама организации в глобальной сети. Огромное количество российских строительных предприятий имеет в Internet свою web-страницу или целый сайт. На сайте организации могут быть представлены: информация об организации (адрес, реквизиты, возможности, предлагаемые услуги); информация о ценах, о наличии техники, материалов, реализуемых товаров (например, проектов зданий и сооружений) и т.д. Сайт может предоставлять возможность прямо на web-странице связаться с организацией и получить ответ; возможность получить текст договора и многое другое.

Для реализации этой части возможностей, предоставляемых Internet, необходимо создать свой web-сайт (страницу) с помощью специальной

программы, а также разместить этот сайт на *хост-компьютере* (это компьютер, постоянно включенный в глобальную сеть и предоставляющий доступ к своим ресурсам). Крупные организации могут себе позволить иметь (содержать) собственный *хост-компьютер*; те же, кто не может или не видит в этом необходимости, могут воспользоваться услугами предприятия, предоставляющего свои *хосты* (эта услуга называется *хостинг*) за плату или бесплатно.

5. Обучение персонала организации (или повышение квалификации). Глобальная сеть содержит множество учебной и методической литературы, программы дисциплин и обучающие программы, а также тестирующие программы, позволяющие проверить усвоение знаний. Обучение можно планировать и осуществлять самостоятельно либо воспользоваться услугами организаций, реализующих дистанционное обучение.

6. Финансово-экономическая деятельность организации через Internet. В настоящее время эта возможность для нашего строительного комплекса во многом еще является достоянием будущего. Но в наиболее развитых странах мира имеется возможность производить финансовые расчеты через глобальную сеть. Существуют «виртуальные» банки, через которые осуществляются совсем не виртуальные денежные расчеты. В сети имеются Internet-магазины, в которых можно выбрать необходимые товары; существуют даже «виртуальные» деньги: специальные файлы, пересылка которых означает оплату.

Для работы в глобальной сети Internet необходимо, чтобы на компьютере был установлен *модем* (устройство, способное осуществлять связь с web-серверами через телефонную сеть: оно преобразует «компьютерные» сигналы в аналоговые, и наоборот), а также *программа «Internet-обозреватель»* (иначе называемая «браузер», или «*Internet-навигатор*»). Наиболее распространенной является ***Internet Explorer***. Применяются также *браузеры Opera, Netscape Navigator* и другие.

Основное назначение браузера состоит в том, что эта программа позволяет установить соединение с сетью Internet (для этого, например, в адресной строке обозревателя необходимо набрать Internet-адрес, нажать на кнопку «переход» и в диалоговом окне «Удаленное соединение» определить вид соединения). Подключение к сети Internet можно осуществить с помощью «***Мастера подключения к Internet***» (программа, обычно входящая в комплект поставки операционной системы *Windows*), который запускается из диалогового окна «Свойства обозревателя» (эта команда есть в верхнем меню «Сервис» программы *Internet Explorer*). После определе-

нии типа подключения (через локальную сеть или через модем) и имени пользователя программа автоматически набирает номер и устанавливает связь с глобальной сетью. Если соединение компьютера с глобальной сетью осуществляется через локальную сеть организации, то компьютер локальной сети, на котором установлен модем, называется *прокси-сервером*.

Поиск информации в Internet можно производить следующими способами:

1) набираем известный нам адрес web-страницы в адресную строку браузера и нажимаем на кнопку «Переход» («Go»). Например, это может быть адрес поисковой машины: www.ya.ru, www.all.by и т.д. Затем, используя возможность поиска по ключевым словам (на поисковых сайтах) или по имеющимся на странице гиперссылкам, переходим на нужные нам страницы.

2) используем систему поиска браузера *Internet Explorer*: необходимо нажать на кнопку «Поиск» («Search»), после чего в появившейся в окне браузера панели поиска производим поиск по ключевым словам.

Необходимую информацию можно сохранить следующими способами:

1) выбрать в верхнем меню «Файл» («File») браузера команду «Сохранить как...» («Save As...») и задать место размещения сохраняемого файла, его имя и тип («web-страница полностью», «только текст», ...);

2) выделить необходимый текст прямо на web-странице, в контекстном меню нажать команду «Копировать» («Сору»), а затем вставить текст в файл текстового редактора на своем ПК (для копирования рисунков надо в контекстном меню, вызванном на рисунке, выбрать команду «Сохранить рисунок как...» («Save Picture As...»), задать папку хранения рисунка на своем ПК).

Для работы с электронной почтой применяются как браузеры, так и специальные почтовые программы. Например, программа *Microsoft Outlook (Outlook Express)* позволяет работать с электронной почтой: просматривать ее, формировать сообщения электронной почты и отправлять их. Среди «почтовых» программ широкое распространение получила также программа *Pegasus Mail*.

Для упрощения и расширения возможностей копирования информации из сети Internet применяются специальные программы для «закачки» (т.е. загрузки, копирования Internet-ресурсов). Наибольшее распространение получила одна из таких программ – *Flash Get*. Программа позволяет составить список ресурсов Internet, которые необходимо скопировать на свой компьютер, определять очередность «закачки» элементов списка, са-

мостоятельно управляет загрузкой ресурсов. Если соединение с Internet было прервано, после его восстановления программа сама возобновляет загрузку ресурсов; если какой-либо ресурс был скопирован не полностью, программа начинает его загрузку не сначала, а с «того места», на котором было прервано копирование.

Для создания web-сайтов предназначены самые разнообразные специализированные программы, одной из которых является программа *Macromedia Dreamweaver MX*. Эта программа весьма сложна в освоении для непрофессиональных создателей web-страниц. Более простой в этом отношении является программа *Microsoft Front Page*, входящая в состав пакета прикладных программ *Microsoft Office*.

Программа *Microsoft Front Page* позволяет создавать web-страницы и web-сайты как самостоятельно, формируя их из имеющихся в программе компонентов, так и с помощью шаблонов (например, персональная web-страница, web-сайт организации, web-проект и т.д.) или «мастеров создания» (Wizard), позволяющих очень подробно задать структуру сайта (страницы), параметры элементов, из которых состоит сайт, и оформления страниц.

Программа *Front Page* содержит стили оформления страниц, которые могут быть применены при реализации собственного проекта. Существенно облегчен в программе процесс создания сложных страниц, таких, например, как страница «поиска по сайту» (search), страница «обратной связи», позволяющая посетителю страницы послать сообщение или свои материалы создателю сайта. При создании web-страниц с использованием шаблона или «мастера создания» фактически создается web-сайт, причем все необходимые папки, страницы создаются, размещаются и связываются друг с другом автоматически, самой программой.

Создание персонального web-сайта возможно с использованием специальной программы, созданной компанией Microsoft и входящей в комплект поставки операционной системы Windows (начиная с версии Windows 98). Это программа *Personal Web Server*. Фактически, она является пакетом прикладных программ, позволяющих быстро создавать web-узел организации или личный web-узел для последующего размещения на узле поставщика услуг Internet.

Наиболее простыми и удобными в применении и освоении для непрофессиональных создателей web-страниц и сайтов являются программы *Microsoft Word* и *Microsoft Power Point*.

Создание web-сайтов в программе *Microsoft Power Point* возможно по следующим вариантам:

1) с использованием «мастера автосодержания»; после выбора вида «презентации» из набора шаблонов необходимо задать в качестве «предполагаемого способа вывода презентации» способ «презентация в Интернете»;

2) с использованием шаблона «домашняя страница группы».

Созданная одним из этих способов презентация будет представлять собой web-сайт, где каждый слайд презентации – это web-страница; связь между слайдами-страницами осуществляется с помощью автоматически созданных гиперссылок.

В программе *Microsoft Word* создание web-страниц и сайтов возможно по следующим вариантам:

1) самостоятельное создание сайта предполагает: создание нескольких документов *Word*, сохраненных как web-страницы (страницы должны содержать гиперссылки, позволяющие переходить от одной из этих страниц к другой), а также сохранение этих web-страниц в одну папку (папку web-сайта, web-узла);

2) с использованием шаблона web-страницы (имеющиеся в программе *Word 2000* шаблоны – это исключительно шаблоны «одиночных» web-страниц);

3) с использованием «мастера web-страниц» (самый удобный и простой способ создания web-узла).

Последовательность создания web-сайта (web-узла) с использованием мастера web-страниц:

1. В верхнем меню «Файл» программы *MS Word* выбираем команду «Создать...»; в диалоговом окне «Создание документа» на вкладке «Web-страницы» выбираем команду «Мастер web-страниц».

2. В окне «Мастера web-страниц» последовательно задаем следующие параметры будущего web-узла:

– заголовок (название) web-сайта;

– размещение папки web-узла (т.е. в какой папке, на каком диске должна будет храниться папка создающегося web-узла до тех пор, пока сайт не будет создан и не настанет время разместить его в сети Internet);

– способ перехода между страницами сайта (имеется возможность разместить на каждой из web-страниц список гиперссылок на все основные страницы сайта либо осуществлять переход между страницами последовательно, от первой до последней, с возможностью вернуться на главную страницу сайта с каждой из страниц);

– названия страниц, входящих в данный web-узел (можно использовать уже имеющиеся web-страницы или создать новые, «пустые» web-страницы);

– выбрать «тему», т.е. вид художественного оформления страниц web-сайта.

3. Созданные web-страницы заполняются необходимым текстом, рисунками и другими компонентами (некоторые из них можно создать при помощи панели инструментов «web-компоненты»).

4. При необходимости, можно убрать или добавить на страницу рамки («фреймы»), изменить свойства страниц (рамок), создать новые гиперссылки, а также добавить к web-узлу новые страницы.

Создание Internet-сайта можно осуществлять прямо в сети Internet (на некоторых специальных страницах сети). На сайте с адресом <http://narod.yandex.ru> имеется страница, которая называется «Мастерская», предназначенная для создания Internet-сайта. Создание сайта производится на основе представленных на этой странице «шаблонов» страниц; имеются инструкции по управлению и редактированию создаваемого сайта.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

Автоматизированные системы управления организациями существуют (как специализированные программные продукты) уже давно. Примером может в какой-то степени служить пакет прикладных программ Microsoft Office, фактически являющийся системой управления коммерческой фирмой. Существуют даже такие «проекты», как «электронное государство» (автоматизированная система управления государством!), попытки реализовать которые начались в Прибалтике.

Специальной программы, которая могла бы называться «автоматизированной системой управления строительной организацией» на сегодняшний момент пока не существует (во всяком случае в нашей стране). И все же система управления может быть реализована сегодня в любой строительной организации: наличие локальной сети предприятия и нескольких «взаимоувязанных» программных комплексов делают это возможным.

Под автоматизированной системой управления строительной организацией понимается совокупность взаимоувязанных программных и аппаратных средств, обеспечивающих работу подразделений предприятия,

наличие единой информационной базы, наличие средств автоматизированного проектирования и управления организацией.

Аппаратные средства в данном случае – это персональные компьютеры организации, связанные в локальную сеть предприятия и имеющие (через один из компьютеров, который называется прокси-сервер) связь с глобальной сетью Internet. Т.о. к аппаратным средствам относятся (помимо компьютеров и кабеля локальной сети) устройства обеспечения работы локальной сети (сетевая карта на каждом ПЭВМ, концентратор), устройства связи с Internet (модем), прочие (в т.ч. мультимедийные) устройства, обеспечивающие работу с частями системы управления (САПР, собственно процессы управления, связь и т.д.).

Программные средства, составляющие систему автоматизированного управления, можно условно разделить на системные (обеспечивающие работу системы в целом) и функциональные (используемые подразделениями организации для решения задач).

К системным программам следует отнести программы, обеспечивающие работу локальной сети, а также программу СУБД (прежде всего, *Microsoft Access*). Прикладные – все прочие программы (к которым относятся и программные комплексы САПР).

Итак, полностью реализованная на предприятии автоматизированная система управления строительной организацией предполагает, что каждое подразделение предприятия имеет в своем распоряжении компьютер, подключенный к локальной сети организации, оборудованный необходимыми этому подразделению программными и аппаратными средствами. Например, отдел контроля качества располагает программами, описанными в предыдущей лекции, а также аппаратными средствами, позволяющими автоматизировать процесс контроля качества, ведение соответствующей документации. Технический отдел располагает расчетно-конструктивными САПР, некоторыми другими вспомогательными программами и т.д. Но каждое подразделение сообщается друг с другом и с руководством организации (оперативно передавая и получая информацию как внутри организации, так и из «внешнего мира») через локальную сеть и подключения к глобальной сети. Помимо этого, каждое подразделение принимает участие в создании и ведении электронной базы данных предприятия (реализованной на базе любой, наиболее подходящей СУБД).

Электронная база данных содержит информацию о работниках организации, о материалах и изделиях, имеющихся на складах, о технике (ее характеристиках, состоянии и задействованности), о поступивших заказах,

необходимых для их выполнения ресурсах и сроках, состоянии дел по выполнению заказов, о поставщиках и заказчиках, о нормативной базе работ и т.п. Доступ к электронной базе данных является многоуровневым: пользователи делятся на группы, каждая из которых имеет свои, определенные полномочия (кто-то может все, кто-то – имеет доступ лишь к некоторым частям базы данных, а кто-то может эти некоторые части только читать, без права вносить изменения). Части базы данных (они называются «страницы доступа к данным») могут быть «выставлены» (современный термин «выложены») в сети Internet.

Помимо электронной базы данных организации, имеются еще некоторые виды баз данных, которые используются на предприятиях уже сегодня. К ним относятся базы данных, содержащие тексты законодательных документов, базы данных нормативной литературы и т.д. База данных нормативной литературы для строителей «*Стройдокумент*» (созданная ГП «Стройтехнорм», г. Минск), давно используется на предприятиях строительного комплекса республики. Доступ к этим и другим программам (независимо от того, на котором из компьютеров они размещены) имеют все подразделения организации через локальную сеть.

Руководство строительного предприятия, используя автоматизированную систему управления организацией, может получать оперативные сведения о работе подразделений, о состоянии техники, о ходе работ на объектах, отдавать по локальной сети распоряжения, вести диалоги с работниками, пересылать им необходимые электронные документы (чертежи, задания, изображения и т.д.), а также, используя мультимедийные презентации (созданные, например, в программе *Microsoft Power Point*) проводить заочные, «виртуальные» собрания, совещания, и т.д.

Будучи реализованной, система автоматизированного управления строительной организацией позволит существенно повысить эффективность работы ряда подразделений предприятия, повысить управляемость организации и ее конкурентоспособность.

ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ПРИОБРЕТЕНИЯ САПР

Разработкой программных средств САПР в строительстве занимаются специалисты, подготовка которых ведется по двум направлениям: программирование и общестроительное направление. Таких специалистов выпускает, например, Московский государственный строительный университет (МГСУ, бывший МИСИ). Но и «обычному» инженеру-строителю, ар-

хитектору и т.д. необходимо иметь некоторое начальное представление о процессе разработки САПР, в первую очередь для того, чтобы верно выбрать ту или иную систему при приобретении или уметь правильно заказать разработку специального САПР.

Первый этап, с которого всегда начинается создание программы, – четкое формулирование задачи, того, что нужно пользователю. Формулируя требования к программе, необходимо исходить из следующих положений:

- программа должна быть универсальной (т.е. позволять решать множество «смежных» задач, обслуживать по возможности полностью целую область проектирования);

- программа должна быть «совместимой» с другими САПР (программы должны иметь возможность свободно обмениваться информацией, обогащая т.о. возможности друг друга);

- программа должна «выдавать» результаты в удобной, доступной и понятной форме (с возможностью разнообразной визуализации на экране компьютера, возможностью распечатки, трансляции результатов в чертежные, табличные, графические и текстовые редакторы);

- программа должна быть достаточно проста в освоении, по возможности, не требовать прохождения специальных курсов обучения, приобретения дорогостоящих обучающих программ и книг (т.е. требуется «дружественный», понятный интерфейс, хорошо разработанные справочные файлы, желательно, с рассмотрением примеров решения типовых задач);

- программа должна быть безопасной и надежной (информация, с которой работает САПР, которую программа выдает в качестве результата должна быть надежно защищена от случайного стирания, а также от несанкционированного доступа);

- программа должна быть эффективной, т.е. должна позволить пользователям быстро, без особых затрат труда и времени (в т.ч. времени, расходуемого на сбор и ввод исходных данных в систему) получить искомый результат; программа не должна стоить слишком дорого, т.е. затраты строительной организации должны окупиться значительной экономией времени и сил, повышением производительности «проектного» труда.

Дружественный интерфейс, упомянутый выше, – это свойство программы, обеспечивающее максимальное удобство работы с ней: ясность и четкость организации окон, визуального «пространства» программы, инструментов программы; простота и лаконичность алгоритма действий пользователя по работе с программой; возможность производить действия разными способами (т.е. иметь возможность выбрать наиболее удобный); на-

личие прямых или косвенных подсказок, сопровождающих действия пользователя; возможно раннее обнаружение ошибок пользователя; пользователь должен максимально просто и быстро находить и получать нужную вспомогательную информацию и т.д.

При приобретении САПР необходимо обращать внимание на перечисленные выше характеристики программных комплексов автоматизированного проектирования. Помимо них, выбирая САПР, нужно «требовать» от программы соответствия нормам проектирования возможно большего количества стран (или же программа должна обеспечивать возможность корректировки, настройки своей работы в соответствии с условиями пользователя).

Программа должна сочетаться с дополняющими ее, а также с «общими» программами (например, программа «*Лира*» сочетается: 1) с дополняющими ее программным комплексом «*Мономах*»; 2) с программами *ArchiCAD* и *AutoCAD* – получая от них исходные данные; 3) с программой *Word* – транслируя в эту программу результаты).

Программа должна иметь «задел» для совершенствования, «перспективу роста». Большинство крупных программных комплексов САПР выпускаются в новых модификациях, позволяющих существенно повысить производительность и качество результата, расширяющих возможности и облегчающих работу и чтение выходных данных.

Приобретаемая программа САПР обязательно должна иметь хорошее *сопровождение*. Под *сопровождением* понимается комплект поставки программного обеспечения, а также «послепродажное обслуживание».

В *комплект поставки программы* (помимо самой программы) могут входить также: дополнительные модули и утилиты, расширяющие возможности программы; библиотеки элементов (бывают не у всех видов САПР); руководство пользователя (это могут быть: электронный документ – учебник по программе, обучающая программа, видеоуроки работы с программой).

Послепродажное обслуживание предполагает возможность пользователю бесплатно получить (чаще всего через Internet с сайта производителя программы, иногда – непосредственно в офисах производителя) обновления программы, утилиты и дополнительные модули, обогатить библиотеки элементов, руководства и уроки по программе, получить консультации специалистов на тему установки, работы, устранения возникших неисправностей и модернизации программы. Иногда пользователь, купивший

программу, может приобрести следующую версию программы по сниженной цене.

Дополнительные сведения о тех или иных программах САПР можно получить на специальных сайтах в сети Internet, а также на семинарах и конференциях, устраиваемых производителями программ или их представителями. Совершенно необходимо посвятить определенное время подробному изучению уже приобретенных программ: нередки случаи, когда весьма дорогие программные комплексы использовались лишь на десятую часть их возможностей и только потому, что пользователи даже не подозревали о возможностях программы.

Стоимость крупных разработок САПР в строительстве иногда весьма высока: счет идет на тысячи долларов. И не всегда это говорит о высочайшем качестве, надежности, исключительной полезности и уникальности данного программного обеспечения. Перед приобретением программного комплекса необходимо сначала хорошо изучить его возможности и проверить, нельзя ли достичь желаемого меньшими затратами, приобретя более дешевый и простой продукт.

Особое внимание при этом надо уделить демо-версиям программ, распространяемым через сеть Internet. Найти эти программы и скопировать их на свой компьютер может любой желающий. В глобальной сети существуют страницы «бесплатного САПР», найти которые можно, набрав в строку поиска любой поисковой машины (например, www.ya.ru, www.rambler.ru и т.д.) эти слова: «*бесплатный САПР*». Большинство программ, встречающихся на таких страницах, представляют собой «демо-версии», но бывают и полнофункциональные программы (обычно – ранние версии программ).

Демо-версия – это «демонстрационная версия» программы, представляющая собой программу, действующую с некоторыми ограничениями. Чаще всего это ограничения в возможностях (программа не может решать некоторые виды задач или не дает возможности неограниченного задания условий). Например: демо-версия программы *SCAD* позволяет задавать не более 50 узлов в формируемой расчетной модели, в остальном программа имеет те же возможности, что и полнофункциональная. Т.о. если задачи, решаемые организацией, не выходят за рамки возможностей демо-версии, то не имеет смысла тратить большие средства на «большую» программу.

Бывают ограничения и по времени работы программы. Так, демо-версия программы *RillSoft Project* полностью аналогична полнофункциональной, но работает всего два дня после первого запуска. Бывают и иные

«ограничения» (например, связанные с невозможностью сохранения результатов вычислений и т.д.). Такие демо-версии, конечно, не могут даже ограниченно заменить программы САПР. Для англоязычных программных ресурсов бесплатно распространяемые программы называются freeware, условно-бесплатные (т.е. демо-версии) – shareware.

При приобретении нелегальных программ САПР («взломанные» версии программ можно встретить в продаже в магазинах и киосках компакт-дисков) надо принимать во внимание, что несмотря на очень низкую цену можно получить совсем неудовлетворительную версию: «взломанные» (crack) версии программ часто работают не полностью, дают сбои в самый неожиданный момент, нанося непоправимый ущерб.

Наконец, одним из лучших способов обретения программ САПР является самостоятельное изготовление программ с использованием комплекса визуального программирования, а также на базе ряда распространенных прикладных программ (в основном – пакета Microsoft Office, программы MathCAD и т.д.). Конечно, программы, разработанные инженерами-строителями (т.е. неквалифицированными программистами), могут решать лишь некоторые, не слишком сложные инженерные задачи, но вместе с тем могут существенно облегчить работу по проектированию в строительстве.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Создание проекта ArchiCAD. Часть I

Цель работы: освоить пользовательский интерфейс программы; научиться настраивать параметры рабочей среды, создавать проекты с настройкой параметров инструментов.

1. Создайте проект ArchiCAD. Для этого запустите программу, и в появившемся диалоговом окне **«Выбор действия»** («Choose Action») выберите вариант **«Создать новый проект»** («Create a New Project»).

2. Заполните форму **«Информация проекта»** («Project Info»): внесите имя автора, название проекта, имя осуществляющего контроль, ключевые слова проекта и примечания. Форму можно вызвать, нажав одноименную команду в верхнем меню **«Файл»** («File»).

3. Осмотрите окно программы; проверьте, все ли плавающие палитры (панели) выведены на экран. Список плавающих палитр находится в верхнем меню **«Окно»** («Window»). Настройте вид плавающих палитр, используя команду **«Формы палитры...»** («Palette Shapes...»).

4. Настройте параметры рабочей среды. Для этого выберите последовательно следующие команды из верхнего меню **«Опции»** («Options»):

Команда **«Масштаб Пола...»** («Floor Plan Scale...») позволяет выбрать масштаб изображения проекта в плане. Выбор производится либо из списка (в котором масштабы от 1:1 до 1:5000), либо задать его самостоятельно, если в списке нет нужного масштаба.

Команда **«Опции экрана...»** («Display Options...») позволяет задать некоторые параметры отображения объектов (рис. 1). В частности, можно определить параметры отображения текста и заливки (штриховки), разрешить или запретить отображение вспомогательных знаков (знаков управления), выбрать тип отображения сопряжения стен и балок, способ отображения окон и дверей и т.д.

Команда **«Координаты и фон...»** («Grids & Background...») позволяет подробно настроить параметры координатной сетки, привязок к сетке, а также фон плана пола (рис. 2). Имеется возможность задать шаг сетки координат отдельно по каждой из двух осей, задать вспомогательные координатные линии, задать угол наклонной координатной сетки, параметры привязки к сетке (вид и шаг привязки), а также цвет фона рабочего окна и цвет линий сетки.

Просмотрите прочие настройки: команды **«Карандаши и цвета...»** («Pens & Colors...»), **«Типы линий...»** («Line Types...»), **«Типы заливки...»** («Fill Types...»), **«Материалы...»** («Materials...») и т.д.

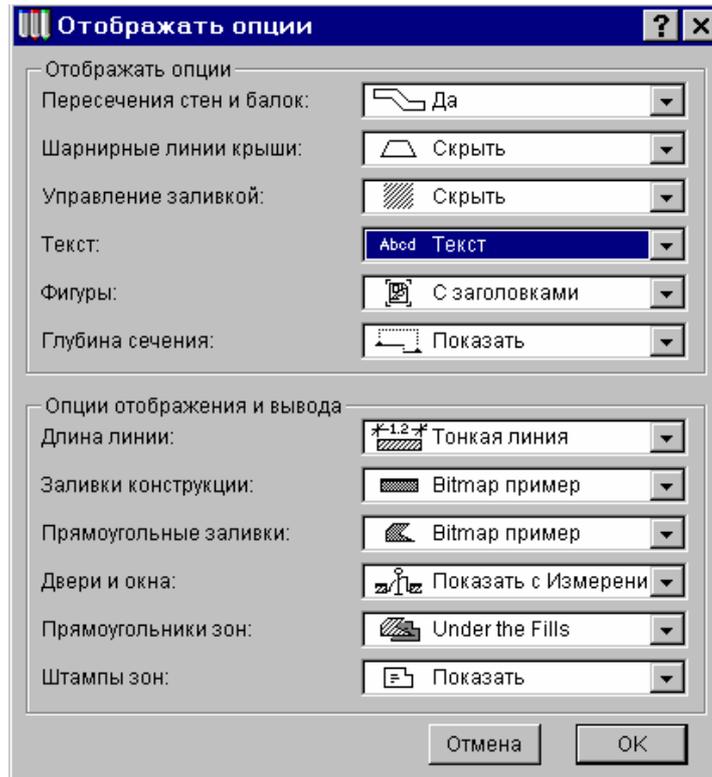


Рис. 1. Диалоговое окно настройки опций экрана

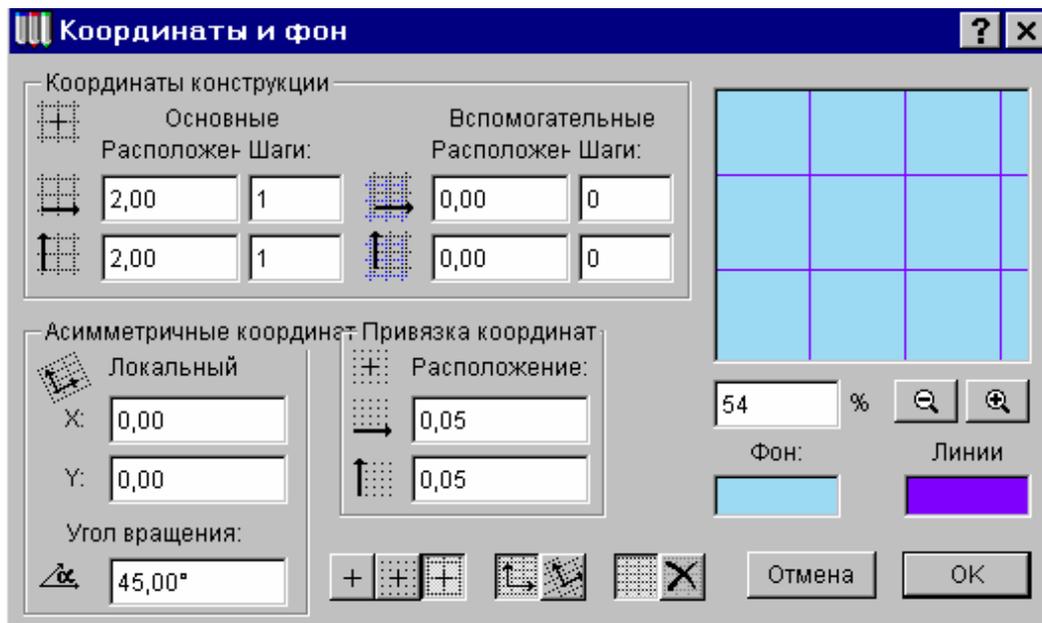


Рис. 2. Диалоговое окно настройки сетки координат и фона

5. Приступим к реализации проекта. Предположим, что нашей задачей является построение проекта одноэтажного П-образного в плане здания со следующими характеристиками: высота этажа – 3 м; стены из бетонных блоков, толщиной 600 мм; покрытие стен – штукатурка; покрытие – железобетонная плита толщиной 250 мм; произвольно избранные двери и окна.

Элементы, из которых состоит проект, – это *стены, окна, двери и плита*. Средства рисования их называются инструментами (Tools).

Примерный алгоритм создания любого из элементов проекта:

1) нажать на кнопку необходимого инструмента на **палитре инструментов** (Toolbox);

2) открыть диалоговое окно настройки (Tool Settings Dialog) параметров этого инструмента: это можно сделать, нажав на соответствующую кнопку на **информационной палитре** (Info Tool), или выбрав эту команду в верхнем меню «Правка» («Edit»);

3) задать в диалоговом окне **«Настройки...»** («...Settings») необходимые параметры элемента (инструмента) и нажать на кнопку «ОК»;

4) выбрать на информационной палитре **методы конструирования** (Construction Methods), т.е. тип вставки элемента (не для всех элементов);

5) выбрать на информационной палитре **методы геометрии** (Geometry Methods), т.е. особенности геометрических форм элементов (не для всех элементов);

6) на **палитре координат** (Coordinate box) определить вид привязки изображаемого элемента к сетке (Grid snap), а также обычную или наклонную сетку координат;

7) рисовать элемент.

6. Включаем инструмент «Стена» (Wall Tool). Задаем параметры (настройки) стен.

В диалоговом окне – три переключающие кнопки. При включенной первой (см. рис. 3) определяем, как минимум, следующие параметры:

- тип линии (Line type), которой рисуется стена [Solid Line];
- тип штриховки (Fill type) или материала стены [concrete block];
- цвет и толщину карандаша (пера), рисующего стену (Pencolor / Penweight);
- высоту стены (Total height);
- отметку низа стены;
- отметку технического перекрытия;
- положение привязки стены (из трех вариантов: слева, справа, строго по центру стены) – это *методы конструирования*;
- геометрию стены (линии, образующие стену, могут быть параллельны, могут быть ориентированы непараллельно, образуя в плане трапецию, и, наконец, могут быть ломаными);
- величину привязки;
- толщину стены.

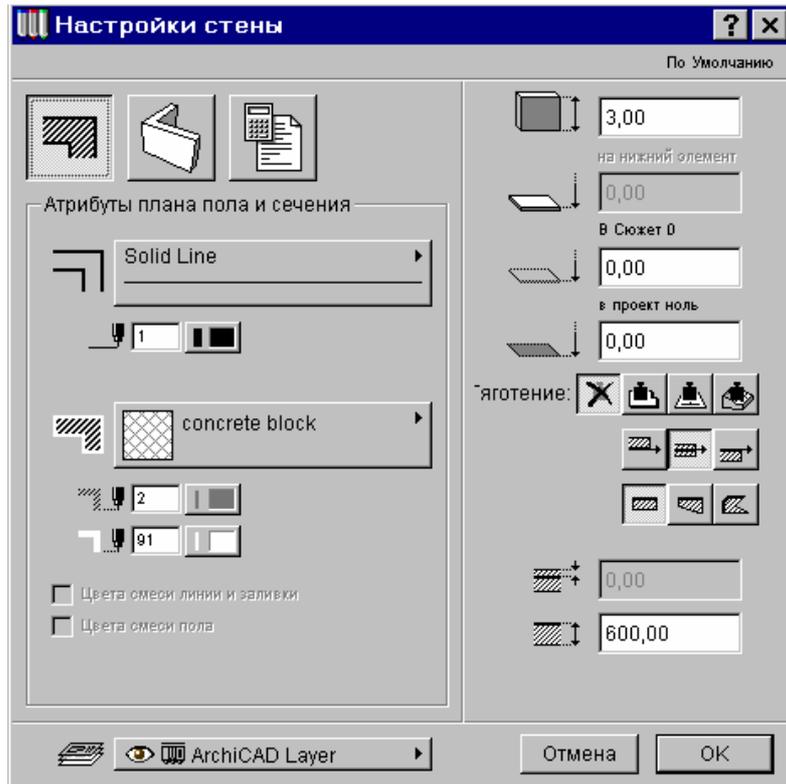


Рис. 3. Диалоговое окно настройки параметров стен

При включенной второй кнопке (см. рис. 4) определяем цвет покрытия стен (наружное, внутреннее и торцовое).

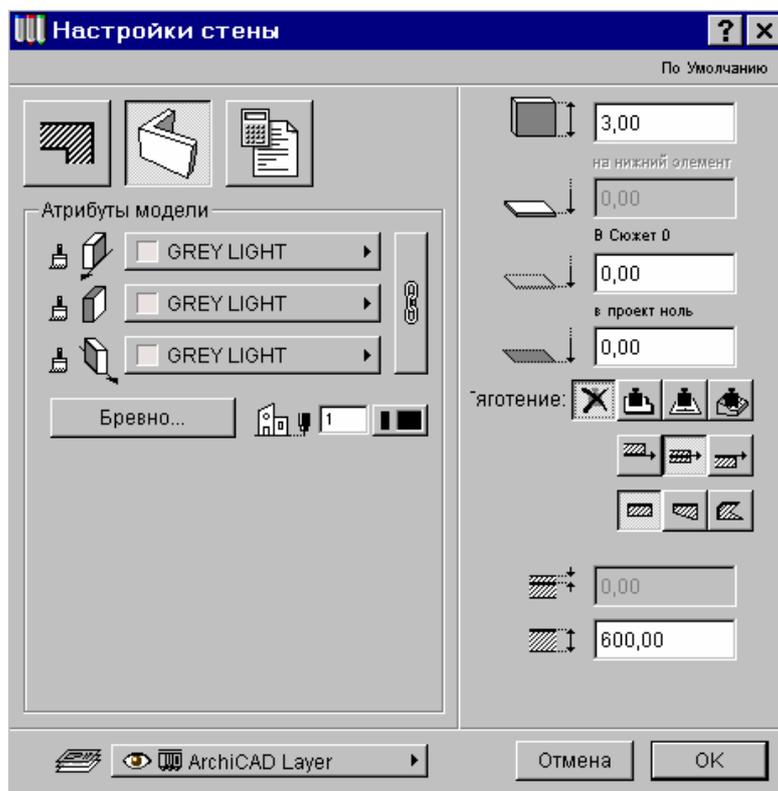


Рис. 4. Диалоговое окно настройки параметров стен

На этом же диалоговом окне присутствует команда «Бревно...» («Log Details...»), выбор которой вызывает диалоговое окно, позволяющее подробно сконструировать бревенчатые стены (рис. 5).

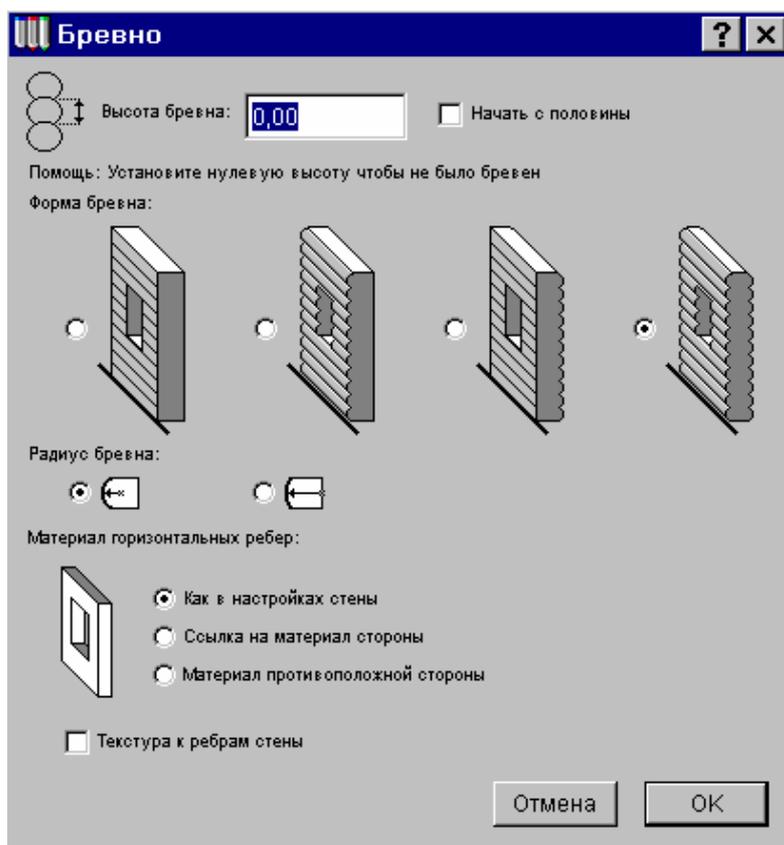


Рис. 5. Диалоговое окно конструирования бревенчатых стен

7. На информационной палитре задаем *методы геометрии* (рис. 6), выбирая из следующих вариантов: отрезок, ломаная линия, прямоугольник, повернутый (по отношению к осям) прямоугольник, дуга по трем точкам, дуга по центру и двум точкам, дуга по двум касательным и точке, криволинейный фрагмент (аналог *sp-line* в программе AutoCAD), а также трапециевидный участок стены и стена, образованная ломаными линиями. В данном случае выбираем вариант «прямоугольник».

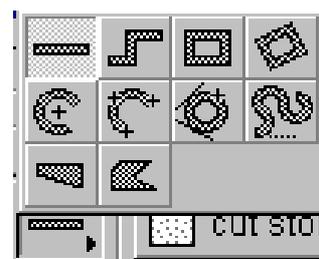


Рис. 6. Фрагмент информационной палитры с *методами геометрии*

8. На палитре координат задаем шаг, или привязку к сетке (рис. 7).



Рис. 7. Палитра координат: открыто меню привязки

9. Рисуем элемент. Результат рисования представлен на рис. 8.

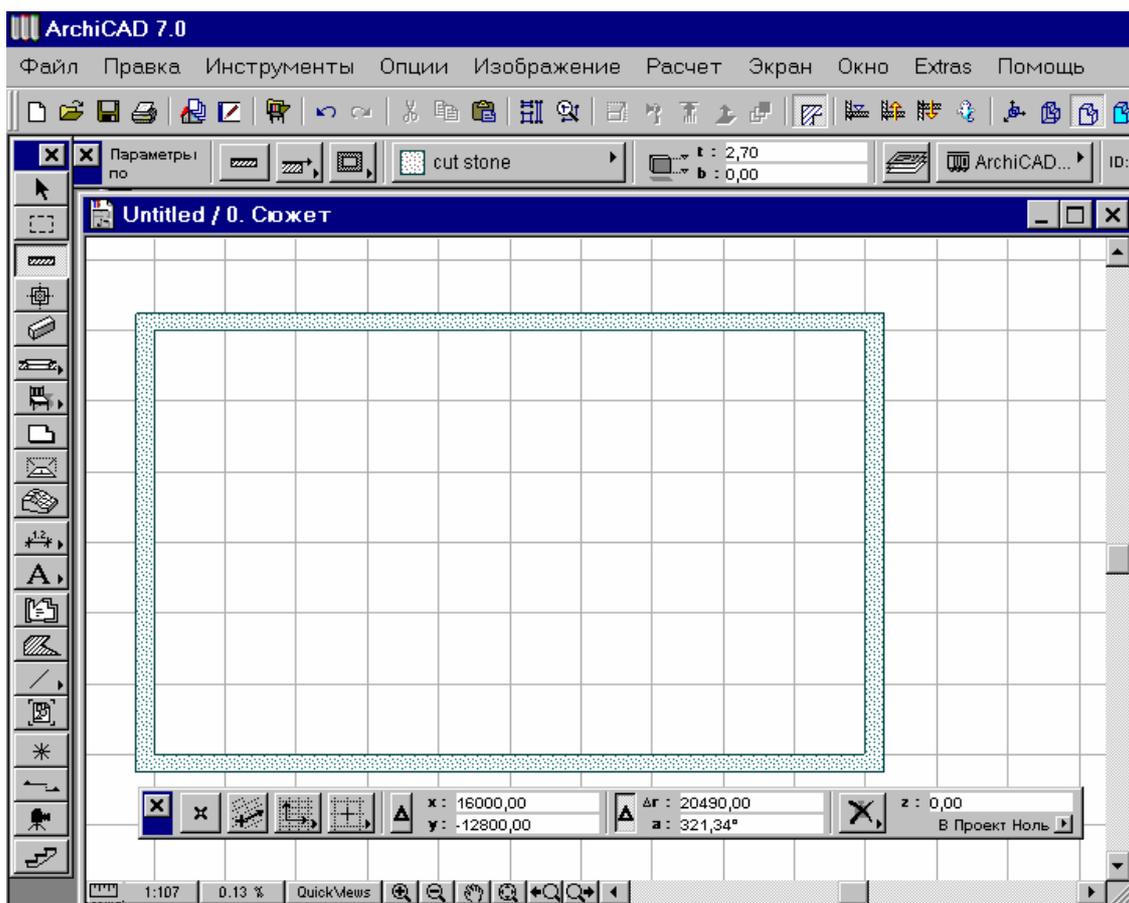


Рис. 8. Рисование прямоугольного участка стены

10. Повторяем тот же алгоритм, задавая параметры и рисуя остальные элементы: *окна* (Window Tool), *двери* (Door Tool), а также *плиту* (Slab Tool).

Кнопки инструментов *окна* и *двери* занимают на палитре инструментов одно и то же место. Если нужно выбрать инструмент *двери*, а на палитре – инструмент *окна*, то следует навести курсор на кнопку этого инструмента и держать нажатой левую клавишу мыши; в появившемся меню из двух кнопок будет возможность выбрать любой из двух инструментов.

Задание параметров окон и дверей имеет важную особенность: помимо того, что необходимо задать габаритные размеры, наличие и параметры оконных и дверных четвертей, материал (штриховку) и т.д., начинать следует всегда с выбора элемента окна или двери из *библиотек элементов ArchiCAD* (Object Library). Выбор элементов (т.е. уже готовой «заготовки» окна или двери) для последующего редактирования и применения можно осуществить в том же диалоговом окне настройки параметров (см. на рис. 9 левую панель окна, где отображены папки библиотек).

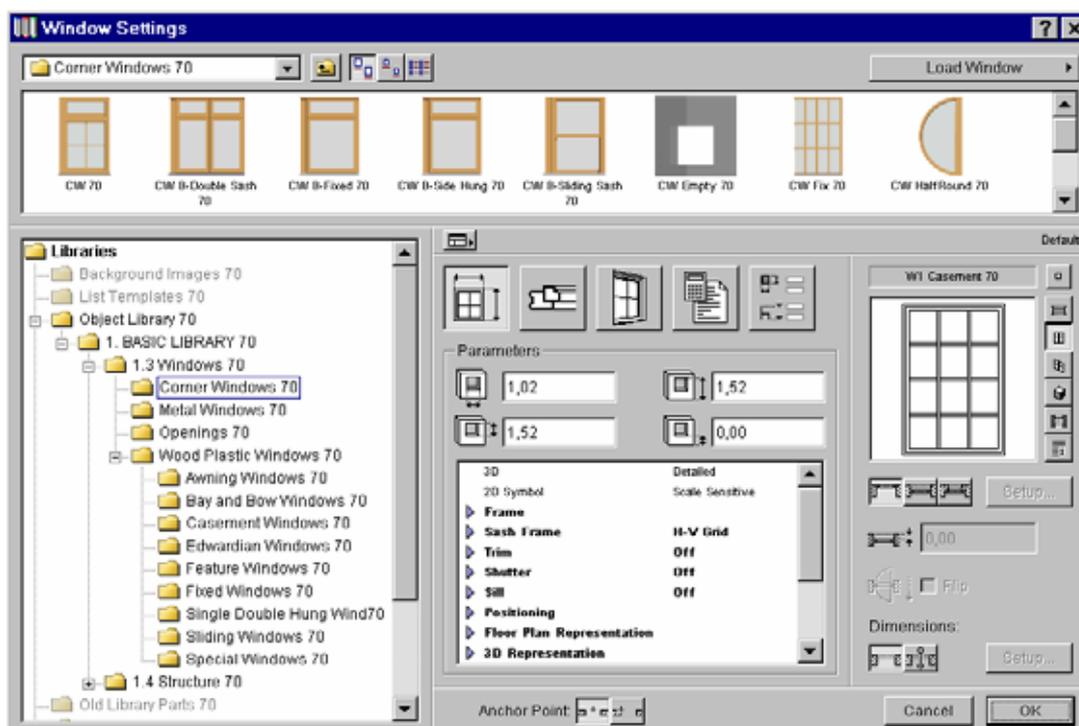


Рис. 9. Рисование прямоугольного участка стены

Выбирая папку, содержащую группу элементов (например, металлические окна – Metal Windows), мы можем видеть содержащиеся в этой папке элементы отображенными в верхней части диалогового окна; выбрав (выделив) необходимый, можно произвести редактирование его параметров и, в дальнейшем, применить. Необходимо добавить к вышесказанному, что под терминами «окна» и «двери» в программе ArchiCAD понимаются все виды заполненных и незаполненных оконных и дверных проемов. Параметр *метод геометрии* для окон и дверей – это точка вставки, точка закрепления (Anchor Point): необходимо выбрать один из двух вариантов: «вставить элемент справа / слева от точки» и «вставить элемент, центрируя его по точке». Точка закрепления – это точка, фиксируемая нажатием левой клавиши мыши, относительно которой будет производиться вставка окна (двери).

При рисовании элементов имеется возможность применять некоторые команды, ускоряющие процесс рисования и аналогичные командам программы AutoCAD. В частности, это команды «Перетащить» (в т.ч. копию), «Вращать» (в т.ч. копию), «Отразить» (в т.ч. копию), «Увеличить» (аналог команды *array*), а также «Поднять». Для совершения этих операций, а также для изменения параметров элемента его необходимо выделить. Существуют два способа выделения: с помощью инструмента «Стрелка» (Arrow Tool) и с помощью команды «Выбрать Все» (Select All) в верхнем меню «Правка».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Создание проекта ArchiCAD. Часть II

Цель работы: освоить просмотр и настройку 3D-изображения проекта; научиться визуализировать тени здания, создавать и просматривать видеоролик.

1. Откройте файл сохраненного проекта ArchiCAD, созданного на прошлой лабораторной работе. Откройте окно 3D-изображения. Для этого на свободном от элементов участке плана пола вызовите контекстное меню и выберите команду **«3D Окно»** (3D Window). Изображение 3D-окна см. на рис. 1 и 2.

2. 3D-изображение может быть представлено в следующих вариантах: *каркас* (Wireframe), *скрытая линия* (Hidden Line) и *затенение* (Shading). Изображение типа «каркас» – это изображение всех линий элементов проекта, в т.ч. и скрытых линий. Изображение типа «скрытая линия» – это изображение проекта без скрытых линий. Наконец, изображение типа «затенение» – это изображение без скрытых линий, с выполненной штриховкой плоскостей элементов (параметры штриховки были заданы перед рисованием элементов – в диалоговом окне настройки параметров). На рис. 1 и 2 представлено изображение типа «затенение». Переключение различных типов изображения можно осуществлять следующими способами:

- 1) найдя эти команды в верхнем меню «Изображение» («Image»);
- 2) найдя кнопки этих команд на панели инструментов (Toolbar);
- 3) в контекстном меню, вызванном в окне 3D-визуализации (пиктограммы команд переключения типа изображения см. на рис. 3).

3. Помимо упомянутых типов отображения проекта имеется возможность получения имитации фотоизображения. Этот тип изображения вызывается в отдельном окне; для этого необходимо запустить команду **«Проекция Фотовизуализации»** (PhotoRender Projection). Команду можно найти там же, где и команды «простых» типов изображения. Подробно настроить параметры фотовизуализации (размер окна, яркость, цвета фона, эффекты и т.д.) можно, найдя команду **«Настройки Фотовизуализации»** (PhotoRendering Settings) в верхнем меню «Изображение».

4. 3D-изображение можно просматривать в параллельной и перспективной проекции (см. рис. 1 и 2).

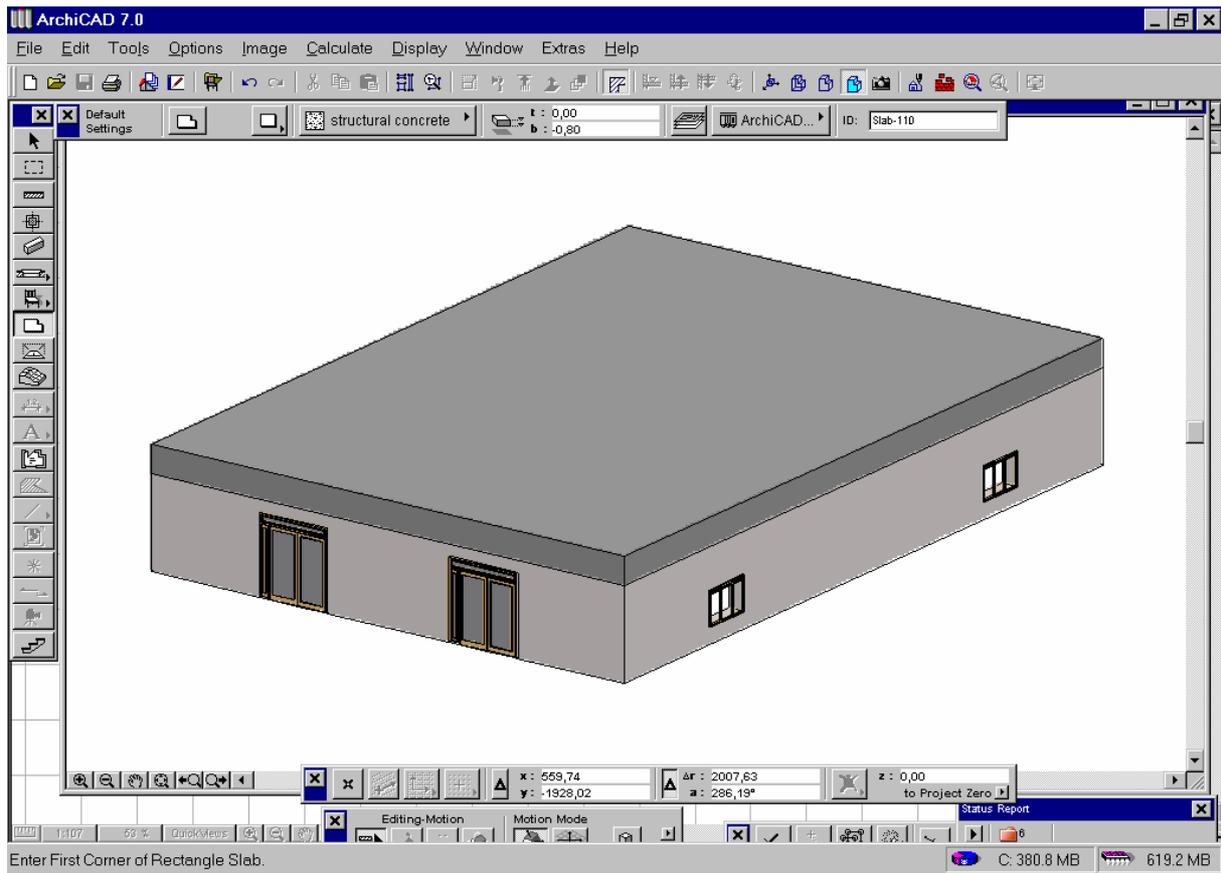


Рис. 1. Окно 3D-изображения (параллельная проекция)

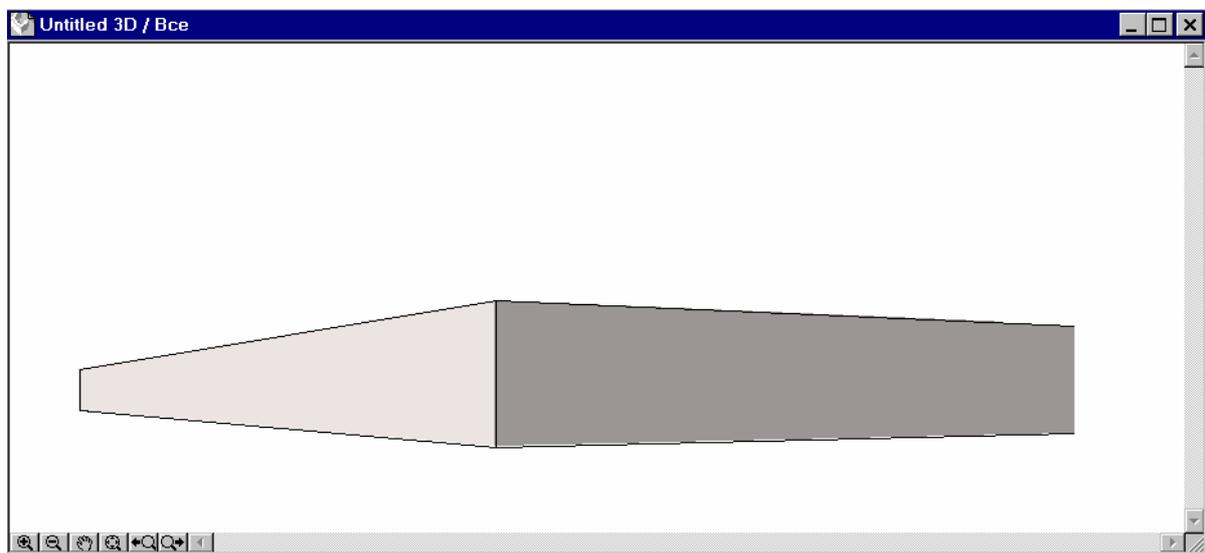


Рис. 2. Окно 3D-изображения (перспективная проекция)



Рис. 3. Фрагмент панели инструментов, включающий кнопки команд 3D-визуализации

5. Выбор вида проекции, а также настройка многих других параметров визуализации осуществляется в диалоговом окне «**Настройки 3D-проекции...**» (3D Projection Settings...), вызываемом одноименной командой. Вид диалогового окна меняется в соответствии с избранным типом проекции (рис. 4 и 5).

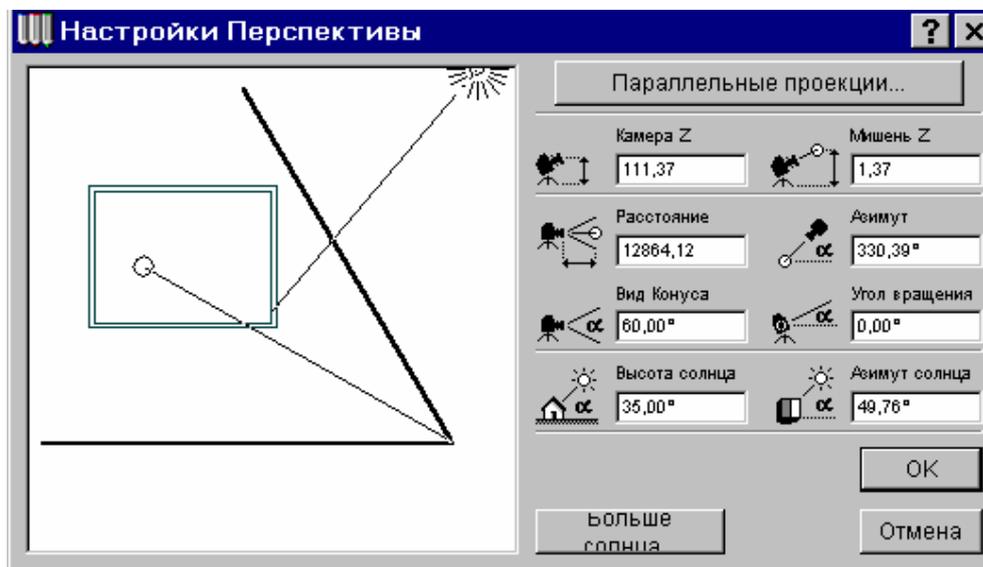


Рис. 4. Диалоговое окно настройки перспективной проекции 3D-изображения

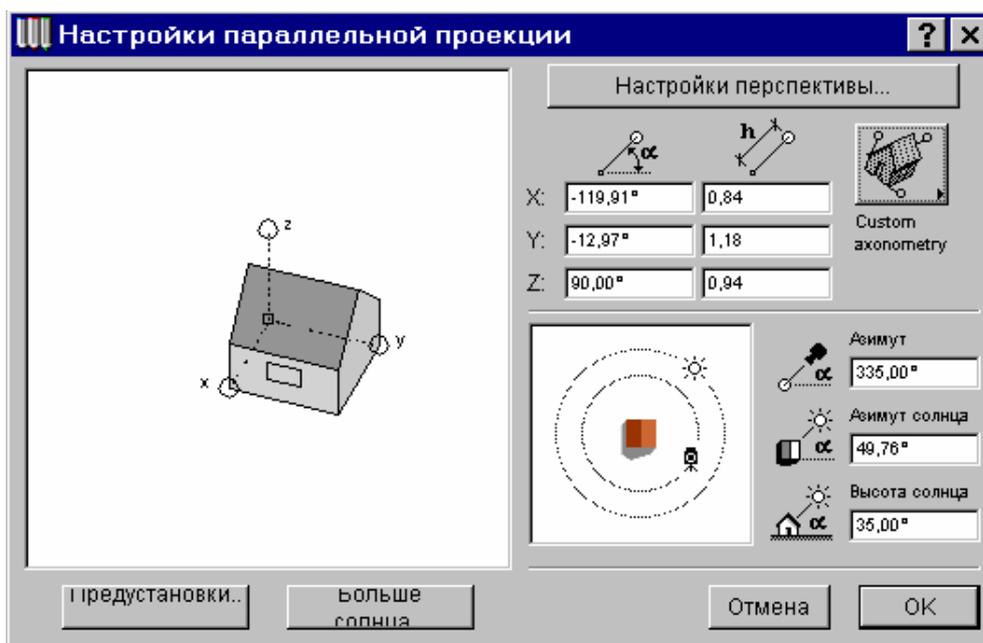


Рис. 5. Диалоговое окно настройки параллельной проекции 3D-изображения

6. Задание параметров построения теней здания может осуществляться в диалоговом окне «Настройки 3D-проекции...»: с помощью курсо-

ра в окошке диалогового окна либо набирая числа в окна задания параметров «Высота Солнца» (Sun Azimuth) и «Азимут Солнца» (Sun Altitude) можно простейшим способом настроить положение Солнца относительно здания и получить отображение теней. Тени отображаются только на изображении типа «затенение», а также на «проекции фотовизуализации».

7. Имеется возможность произвести более подробное задание параметров отображения теней. Для этого следует нажать на кнопку «Больше Солнца...» (More Sun...), расположенную в диалоговом окне «Настройки 3D-проекции...». В появившемся диалоговом окне (рис. 6) задаем город (если в списке нет подходящего, имеется возможность задать широту и долготу места строительства проекта), месяц, день и час, для которых необходимо просмотреть отбрасываемую тень. Помимо этого определяются: ориентация на север, интенсивность света, а также степень тумана.

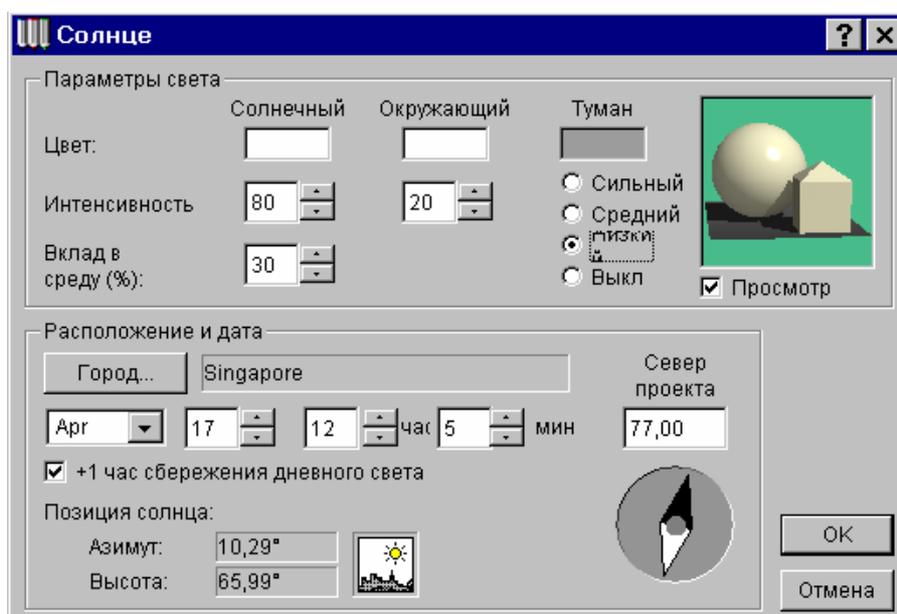


Рис. 6. Диалоговое окно настройки параметров отображения теней

8. Программа ArchiCAD предоставляет также возможность просмотреть динамику (т.е. перемещение, изменение) теней с восхода до заката для данного места, в данный день и час. Осуществить просмотр, предварительно настроив необходимые параметры, можно, выбрав в верхнем меню «Изображение» команду «Создать положение Солнца...» (Create Sun Study...). Визуализация теней будет происходить в окне 3D-изображения, или в окне фотовизуализации. Параметры, определяемые пользователем: дата, временной интервал, а также особенности демонстрации (все ли кадры необходимо показывать).

9. Переход из окна 3D-изображения к плану пола можно осуществлять выбором команды «План Пола» (Floor Plan) в контекстном меню либо нажатием на окно плана пола, видящееся из-под окна 3D-изображения. Масштабирование и панорамирование изображения (в окне 3D-изображения, и в окне плана пола) можно вести, используя кнопки, расположенные в левом нижнем углу этих окон, а также полосы прокрутки (рис. 7).



Рис. 7. Панель настройки масштаба проекта и масштаба изображения

10. С помощью специального инструмента – камер можно создать «видеоролик». Для этого необходимо расставить камеры вокруг и внутри здания. Постановку камер следует вести последовательно, при этом камеры автоматически соединяются между собой линией – идет построение кривой Безье (рис. 8). До начала расстановки камер необходимо задать их параметры.

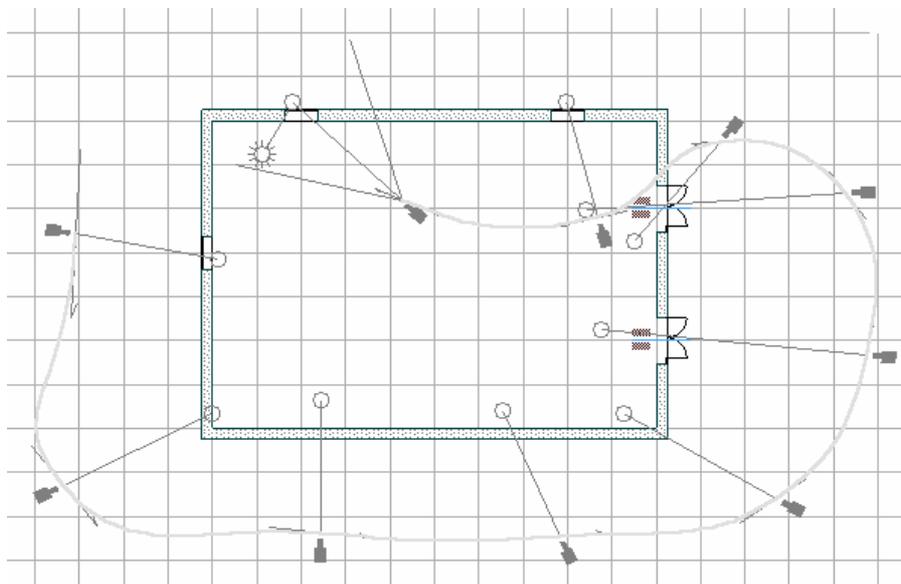


Рис. 8. Пример расположения камер

Когда подготовительные операции закончены, необходимо запустить команду «Создать пролет...» (Create Fly-Through...) в верхнем меню «Изображение». В появившемся диалоговом окне «Создать верхний просмотр» следует задать параметры визуализации, а затем просмотреть «ролик», нажав на кнопку «Показать» (Show).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Создание проекта ArchiCAD. Часть III

Цель работы: приобрести навыки создания сложных проектов ArchiCAD.

1. Откройте файл проекта ArchiCAD, созданный на первой лабораторной работе. Доработаем проект до конца. Необходимо получить в конечном итоге проект трехэтажного здания, крыша здания – стропильная; рядом со зданием – аллея хвойных деревьев; внутри помещений располагается мебель.

2. Начнем с создания второго и третьего этажей. Каждый этаж (уровень) в программе ArchiCAD называется «Историей» (Story). Создание новых этажей производится в диалоговом окне «Настройки истории», которое можно вызвать нажатием на кнопку «История настроек...» (Story Setting). Первый этаж по умолчанию имеет нулевой номер. Второй и третий этажи будут иметь номера 1 и 2 соответственно. Создание новых этажей осуществляется нажатием на клавиши «Вставить над» (Insert Above) и «Вставить под» (Insert Below). Имеется возможность создать подземные этажи (их номера будут отрицательными). Создайте два верхних этажа нашего проекта.

3. Переход на следующий этаж (имеется в виду работа в окне «План пола») осуществляется с помощью кнопок «Ниже» (Go Down a Story) и «Выше» (Go Up a Story), расположенных там же, где и кнопка «История настроек...» – на панели инструментов (рис. 1).



Рис. 1. Фрагмент панели инструментов, включающий кнопки команд перехода между этажами и настройки параметров этажей

4. Создать очередной этаж можно двумя способами: либо рисовать его заново («с нуля»), либо скопировать первый этаж, а затем вставить на нужном этаже и отредактировать элементы. Давайте воспользуемся этим вторым вариантом. Выберите инструмент «стрелка», выделите с ее помощью все элементы первого этажа (лучше выделять не нажатием, а окном). Скопируйте выделенное в буфер обмена (команда «Копировать» – «Сору» имеется на панели инструментов, а также в верхнем меню «Правка» – «Edit»). Затем перейдите последовательно на два следующих этажа, и на каждом вставляйте

скопированные элементы из буфера (команда «Вставить» – «Paste»). Верхние элементы вставляются точно над нижними.

Теперь необходимо отредактировать второй и третий этажи. Так, двери, скопированные вместе с остальными элементами первого этажа, на последующих этажах не нужны, их необходимо удалить: выделить двери на этаже (в верхнем меню «Правка» имеется команда «Выбрать Все Двери» – «Select All Doors»), а затем удалить их, нажав клавишу Delete на клавиатуре компьютера. Необходимо также открыть окно 3D-проекции и внимательно осмотреть здание с разных сторон (в т.ч. снизу, сбоку и сверху), чтобы выяснить возможно возникшие «дефекты».

5. Создадим крышу здания. Для этого выберем инструмент «Крыша» (Roof Tool), настроим ее параметры. Параметр «Методы геометрии» предлагает следующие виды крыш: односкатные многоугольные крыши, односкатные прямоугольные, двускатные многоугольные, купола, пространственные оболочки. Выбираем двускатные крыши и рисуем крышу для нашего проекта. После завершения необходимо проверить, как «сидит» крыша на здании, для этого надо открыть окно 3D-изображения (рис. 2).

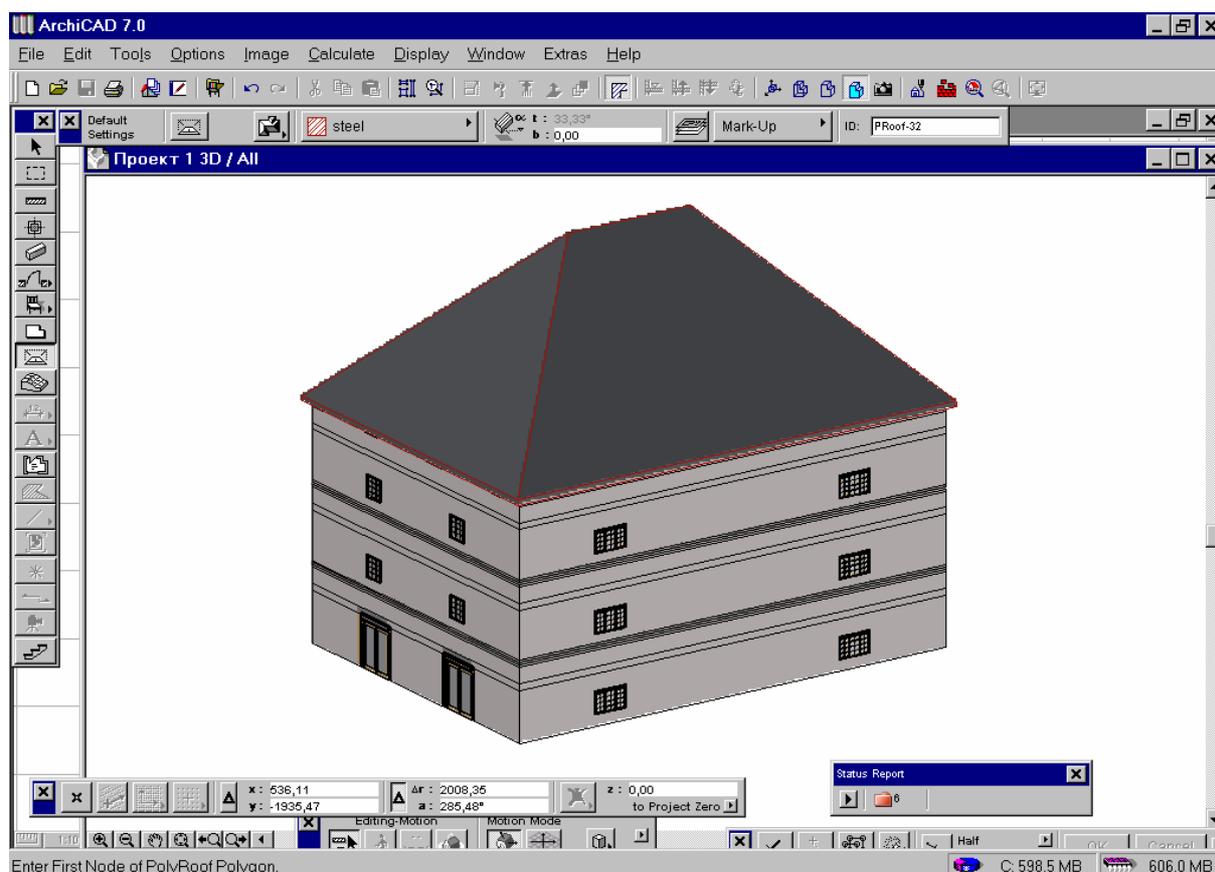


Рис. 2. 3D-изображение проекта

6. Элементы наружного оформления (ландшафта) и внутреннего оформления (интерьера) вставляем в проект из библиотек программы.

Выберем на палитре инструментов инструмент «Объект» (Object Tool). Нажав на кнопку настройки параметров объекта, вызовем диалоговое окно, дающее доступ к элементам библиотеки. Диалоговое окно устроено и работает так же, как аналогичное диалоговое окно для выбора дверей и окон. В списке папок библиотеки ArchiCAD находим папку «Garden», и выбираем среди элементов, находящихся в папке, хвойное дерево, например, кипарис (Cypress). Затем вставляем объекты (кипарисы) рядом со зданием, формируя аллею. Вставку и рисование любых объектов можно производить не только в окне плана пола, но и в окне 3D-изображения. Результат см. на рис. 3.

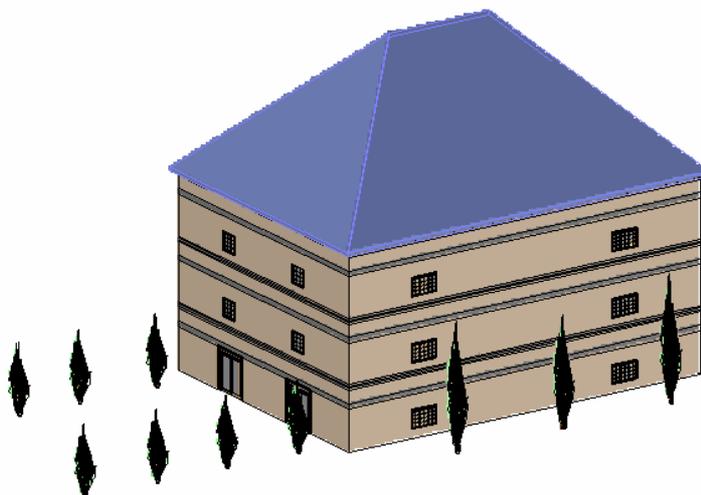


Рис. 3. Внешний вид проекта

7. Элементы интерьера извлекаем из библиотек программы таким же точно образом, как и элементы ландшафта.

8. Выполнив это задание, постарайтесь «оборудовать» внутреннее пространство дома мебелью, бытовой техникой и т.д., а также «заполнить» пространство вокруг дома разнообразными элементами ландшафта, используя содержимое библиотек.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. ArchiCAD. Контрольная работа

Цель работы: закрепить навыки создания сложных проектов в программе ArchiCAD.

Создайте в программе ArchiCAD и сохраните проект здания оперного театра.

Обязательные требования: здание должно иметь круглый в плане зрительный зал, высотой в 5 этажей; комнаты для актеров и музыкантов, гардеробные и буфеты, ярусы лож и галереи.

Здание имеет наружные стены, колонны, на которые опирается сплошная монолитная железобетонная плита перекрытия.

Снаружи здание должно иметь портики, колоннады. Вокруг здания должен быть разбит парк. Аллеи со скамьями ведут к главному входу в театр.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5.

Малые программы САПР

Цель работы: ознакомиться и освоить основные приемы работы с наиболее распространенными типами малых вспомогательных программ САПР.

1. В настоящей лабораторной работе мы освоим следующие программы:

- Программа «СИТИС: Трак» (Россия, г. Екатеринбург)
- Программа «Фундамент» (Россия, г. Тула)
- Программа «*Across*»

2. Программа «СИТИС: Трак» предназначена для автоматизации решения некоторых задач строительной физики. В частности, программа позволяет производить расчет следующих теплотехнических параметров стен (в соответствии с методикой расчета, приведенной в СП 23-101-2004, СНиП 23-02-2003, СНиП 23-01-99* и СНиП II-3-79**):

- сопротивление теплопередаче,
- требуемое сопротивление теплопередаче,
- сопротивление паропрооницанию,
- требуемое сопротивление паропрооницанию,
- сопротивления воздухопроницанию.

3. Начинаем работать с программой: в верхнем меню «Файл» содержится команда «Свойства», вызывающая диалоговое окно «Свойства объекта». Здесь необходимо выбрать город, для местонахождения которого будет выполняться расчет. В результате выбора в диалоговом окне отобразятся все необходимые характеристики, свойственные данному району: зона влажности, средняя температура воздуха для разных временных периодов и т.д. После определения города следует сохранить проект.

4. Далее необходимо добавить стену (одноименная команда верхнего меню «Редактировать»), присвоив стене название, затем произвести выбор материалов с указанием толщины слоя для каждого материала. Для этого в правой части окна программы, в таблице слоев стены (изначально пустой) необходимо нажать на кнопку со знаком плюс; в появившейся таблице материалов выбрать необходимый материал и толщину слоя. Таблица материалов содержит информацию о параметрах материалов.

Если в таблице нет нужного материала, отсутствующий материал можно добавить в базу. Для этого необходимо нажать на кнопку со знаком плюс, находящуюся в таблице материалов, и в появившемся диалоговом окне (рис. 1) внести необходимые данные. Все материалы разделены на четыре группы: бетоны и растворы, кирпичная кладка, утеплители, дерево.

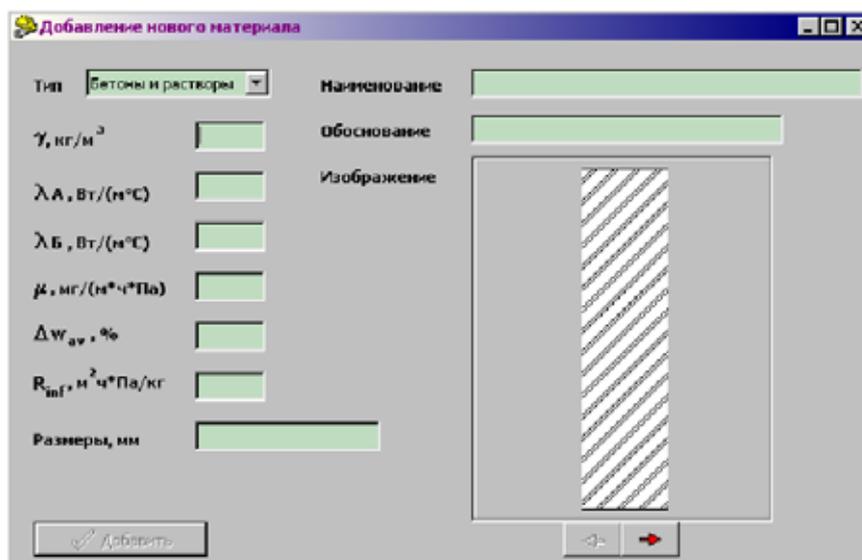


Рис. 1. Окно добавления материала в базу

5. Задаем некоторые дополнительные параметры: влажность внутреннего воздуха, тип здания и т.д. Расчет производится программой автоматически. Результат расчета можно видеть в левой нижней части окна программы (рис. 2). При изменении исходных данных пересчет производится автоматически.

6. Программа «Фундамент» предназначена для подбора оптимальной подошвы фундамента, проверки его несущей способности, расчета на сейсмические нагрузки, расчета осадки, просадки и крена, расчета ростверка и подпорных стен, а также расчета фундамента машин с динамическими нагрузками.

7. Задайте исходными параметрами, необходимыми для расчета ленточного или столбчатого фундамента (характеристики грунтов, характеристики здания). Затем нажмите на кнопку того расчета, который необходимо произвести (например, на кнопку «Ленточный» – для расчета ленточного фундамента).

Заполните появившееся диалоговое окно (рис. 3) исходными данными и нажмите на кнопку «Расчет». Внимательно просмотрите окно «Результаты расчета», затем просмотрите отчет и скопируйте его в созданный заранее документ Microsoft Word.

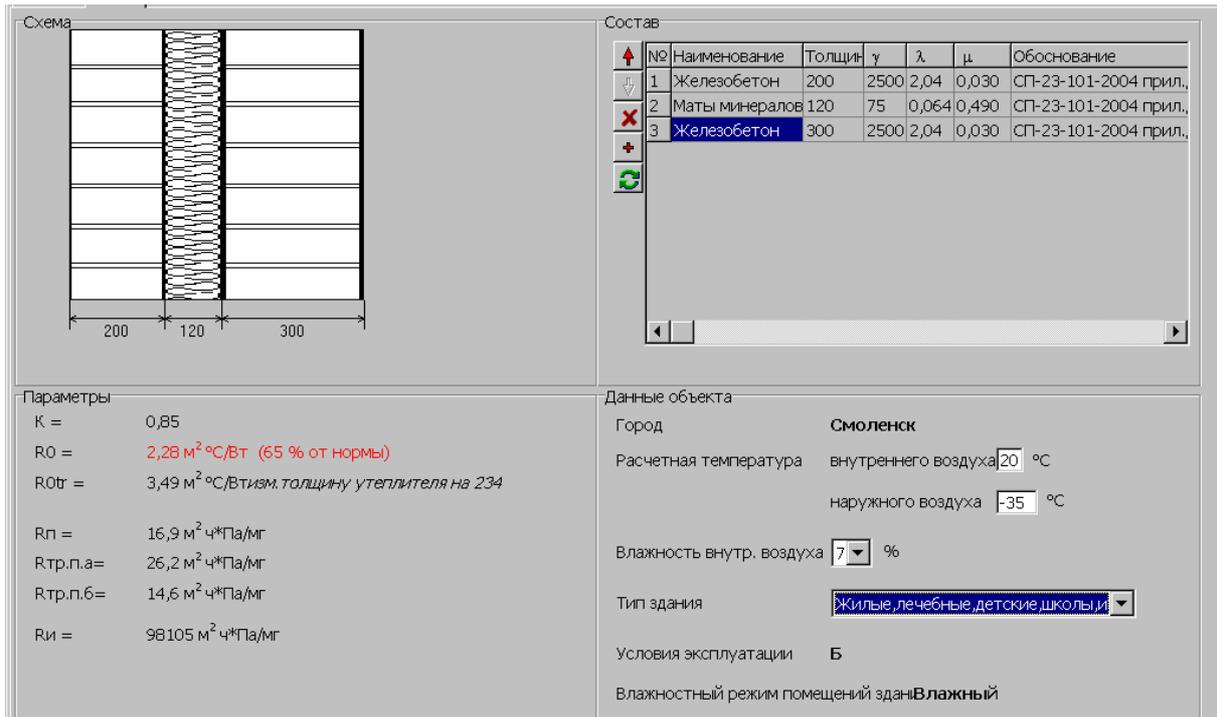


Рис. 2. Фрагмент окна программы с результатами расчета

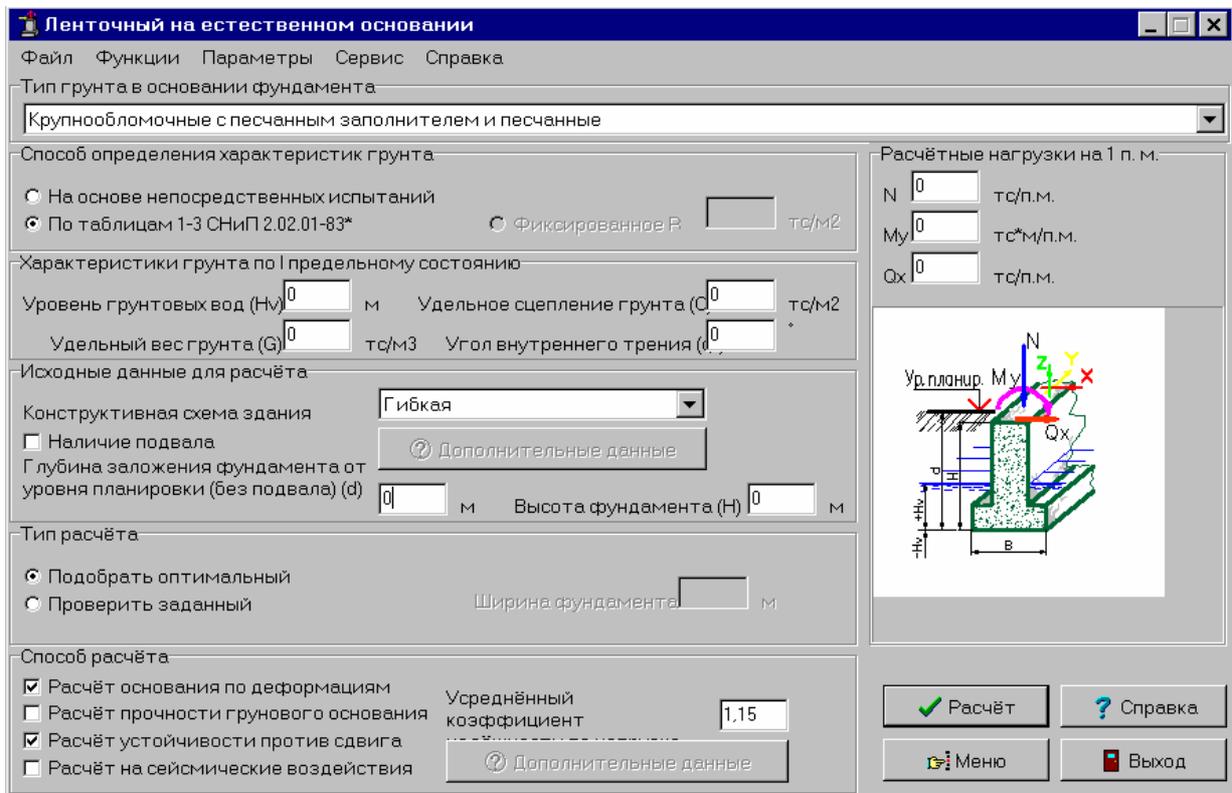


Рис. 3. Окно расчета ленточного фундамента

8. Произведите расчет подпорной стены, предварительно задавшись необходимыми параметрами. Отчет по результатам этого и предыдущего расчетов (ленточные фундаменты) сгруппируйте в отдельном файле Word.

Дополнительное задание: попытайтесь определить, в чем состоят отличия расчета ленточного и столбчатого (отдельно стоящего и свайного) фундамента в программе «Фундамент» и в СНБ.

9. Программа «Across» предназначена для создания проектов земляных работ и подсчета объемов земляных работ. Возможно определение объемов земляных работ (проектирование, построение профиля) по возведению насыпей и дамб, по планировке площадок, по созданию, расширению или очистке каналов и прочих протяженных выемок.

10. Для работы с программой необходимо сохранить проект. Многооконный интерфейс программы позволяет одновременно охватывать вниманием все параметры создаваемого проекта. Создание проекта начинается с ввода фактических данных в окно «Факт» (данные – это отметки пикетов и расстояние между точками отметок). В окне «Проект» необходимо задать параметры требуемого земляного сооружения. После ввода исходных данных необходимо нажать на кнопку «Перерасчет общего объема». Результаты доступны для просмотра в табличной форме (таблица подсчета земляных работ), а также в графической форме: представляемый в отдельном окне продольный профиль и объемное отображение (рис. 4).

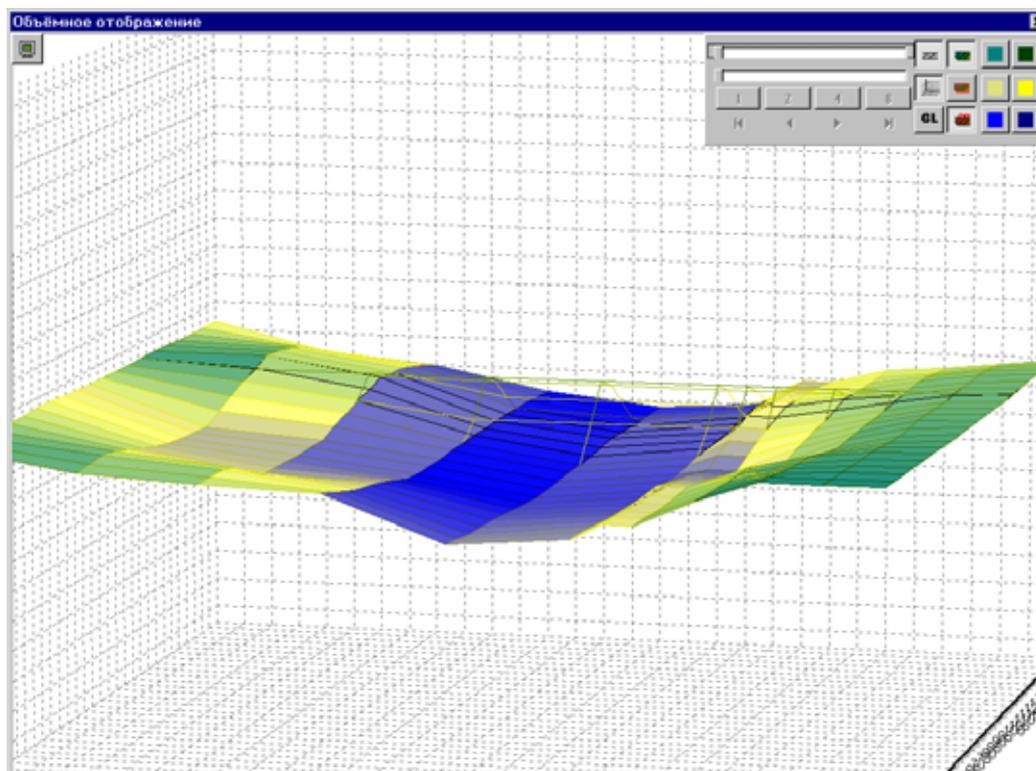


Рис. 4. Окно объемного отображения проекта построения земляной дамбы (в программе *Across*)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. Программа «Радуга». Часть I

Цель работы: научиться рассчитывать внутренние усилия в плоских стержневых конструкциях

1. Запустите программу «Радуга» через кнопку «Пуск» (папка «Программы», папка «Бета – Радуга»). Изучите графический интерфейс программы. Вызовите файл справки (верхнее меню «Справка», команда «Содержание»).

2. Приступим к созданию расчетной модели в программе «Радуга». Производим расчет консольной металлической двутавровой балки, нагруженной сосредоточенной силой на конце и равномерно распределенной нагрузкой по длине балки.

3. В верхнем меню «Примитив» выбираем команду «Создать», а затем команду «Стержень». В диалоговом окне выберем тип стержня: *балка*.

Задаем сечение стержня (для этого надо нажать на кнопку «Новое» в блоке «Сечение»). В открывшемся диалоговом окне нажимаем кнопку «Библиотека», а затем выбираем тип сечения: типовые (это сечения сортамента металлического проката). Выделяем сечение *двутавр* и нажимаем на клавишу «Выбрать». В появившемся вслед за этим диалоговом окне выберем номер профиля, а в следующем окне просмотрим характеристики выбранного сечения.

Задаем материал стержня (для этого надо нажать на кнопку «Новый» в блоке «Материал»). В открывшемся диалоговом окне нажимаем кнопку «Библиотека», а затем выбираем материал: сталь. Нажимаем на клавишу «Выбрать». В появившемся вслед за этим диалоговом окне просмотрим характеристики выбранного материала. При необходимости эти характеристики (взятые из ГОСТов) следует заменить полученными в результате испытаний реальными характеристиками материала.

4. Рисуем стержень. Это возможно двумя способами: непосредственно курсором (как рисование линии в программе AutoCAD) или в диалоговом окне «Новый узел» – задавая координаты узлов балки. После определения второго (и последнего) узла необходимо обязательно нажать на правую клавишу мыши. Пока функция рисования стержней остается включенной, под курсором находится надпись «Создать»; после нажатия правой клавиши мыши она снимается. Рисую стержни в программе «Радуга», следует остерегаться двойных нажатий левой клавиши мыши на одной точке (узле): это будет

воспринято программой как постановка двух разных узлов в одну точку, а, следовательно, как ошибка – и расчет в итоге не будет выполняться.

5. Создаем опору. Находим команду «Опора» там же, где нашли команду «Стержень». В диалоговом окне выбираем тип закрепления – «Жесткая». После нажатия на кнопку «ОК» под курсором появляется надпись «Создать» – это значит, что включена функция вставки опор. Чтобы вставить опору, необходимо навести курсор на узел расчетной модели, в который эта опора должна быть вставлена, и нажать на левую клавишу мыши. Постарайтесь не нажимать на левую клавишу мыши дважды, т.к. это будет воспринято как вставка двух опор в одну точку.

6. Приступим к заданию нагрузжений. В первую очередь должен быть создан вариант нагружения. Для этого находим команду «Вариант нагружения» (в том же верхнем меню, что и команду «Опора»). В диалоговом окне «Вариант нагружения» задаем наименование нагружения (собственный вес, снеговая нагрузка, ветровая нагрузка...), коэффициенты, а также необходимость учитывать собственный вес. До задания варианта нагружения невозможно приложить какую бы то ни было нагрузку.

7. В верхнем меню «Примитив» находим команду «Узловая нагрузка» (имеется в виду нагрузка, прикладываемая к узлу расчетной модели). В появившемся диалоговом окне выбираем тип нагрузки (сила, момент или сдвиг опоры, в нашем случае – сила) и задаем величину нагрузки. Направление приложения нагрузки определяется тем, в какую ячейку будет вписана величина нагрузки: в ячейку x , y или z (чтобы нагрузка была направлена вертикально, следует выбрать ось z). Нажав на «ОК», устанавливаем нагрузку на узел, находящийся на консоли балки.

8. В верхнем меню «Примитив» находим команду «Стержневая нагрузка» (имеется в виду нагрузка, прикладываемая по длине стержня расчетной модели). В появившемся диалоговом окне выбираем тип нагрузки: линейная сила (т.е. равномерно распределенная нагрузка), сосредоточенная сила, сосредоточенный момент или трапециевидная сила (т.е. неравномерно распределенная нагрузка, чья величина изменяется линейно и монотонно); в нашем случае следует выбрать линейную силу. Задаем величину нагрузки. Направление приложения нагрузки определяется тем, в какую ячейку будет вписана величина нагрузки: в ячейку x , y или z (чтобы нагрузка была направлена вертикально, следует выбрать ось z). Нажав на «ОК», устанавливаем нагрузку нажатием на стержень балки. Устанавливая узловую и стержневую нагрузку, старайтесь не нажимать на левую клавишу мыши дважды в одном узле или на одном стержне.

9. Устанавливаем параметры расчета: для этого в верхнем меню «Расчет» выбираем команду «Настройки расчета...». В диалоговом окне можем настроить параметры итерационного процесса, выбрать учет геометрической нелинейности. Учет физической нелинейности можно выбирать только в случае, когда материал стержня – бетон или железобетон. После задания параметров расчета запускаем расчет. Сохраняем проект на жесткий диск компьютера (старайтесь, чтобы в одну и ту же папку не были сохранены проекты с одинаковыми именами).

10. Просмотр результата расчета производится в режиме расчета (этот режим можно включить, нажав на команду в верхнем меню «Расчет»). Если режим результата включен, в левом верхнем углу окна программы появляется надпись «Результат». Если расчет почему-то не был осуществлен или результаты не были адекватно сохранены, под этой надписью появляется дополнительная информация. Например, если появилась информация «Конструкция вырождена», это значит, что конструкция не является геометрически неизменяемой (представляет собой механизм), т.е. задана неверно.

11. Просмотр результата расчета в программе «Радуга» возможен следующими способами. Просмотр в табличной форме позволяет прочесть результаты расчета (опорные реакции, величины перемещений и внутренних усилий) для узлов расчетной модели, появляющиеся в отдельном окне в виде таблицы.

Просмотр на расчетной модели позволяет «включать» изображения эпюр внутренних усилий и перемещений, значений опорных реакций прямо на изображении расчетной модели, причем сразу для всех стержней. Этот вариант просмотра результатов позволяет сразу оценить напряженно деформированное состояние конструкции, состоящей из многих стержней.

Просмотр в режиме диалога позволяет увидеть результаты расчета в специальном диалоговом окне для каждого стержня в отдельности. Этот вариант просмотра результата позволяет получить значение того или иного внутреннего усилия, а также перемещения для любой точки по длине стержня.

12. Программа «Радуга» предоставляет возможность создать новый вариант нагружения для уже рассчитанной конструкции. Число вариантов нагружения конструкции не ограничено. Имеется также возможность создать сочетание нагрузок: в верхнем меню «Примитив» имеется команда «Комбинация нагружения»; в диалоговом окне команды находится список уже созданных вариантов нагружения. Есть возможность «нагрузить» кон-

струкцию, сочетая несколько вариантов нагружения, применяя при необходимости коэффициенты.

Рассчитайте созданную вами балку по другим вариантам нагружения; рассчитайте, создав комбинацию нагружений.

Создайте новый файл проекта «Радуги». Рассчитайте плоскую раму с произвольными опорными закреплениями и произвольным нагружением. В еще одном файле проекта рассчитайте ферму.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. Программа «Радуга». Часть II

Цель работы: освоить дополнительные возможности программы «Радуга»; научиться создавать и рассчитывать пространственные модели.

1. Запустите программу «Радуга». Создайте расчетную модель трехмерной рамы: четыре стойки соединены четырьмя балками. Опорные закрепления рамы – шарнирные. Материал стоек – железобетон. Рама нагружена неравномерно распределенной нагрузкой, действующей на две стойки, а также изгибающим моментом в узле стыка балки и стойки.

2. Быстрее и проще всего создать такую раму можно, применив команду «Трехмерная рама...» (команда находится в верхнем меню «Дополнительно»). В появившемся диалоговом окне «Генерация рамы» определяем количество пространственных «ячеек» рамы, стандартные размеры стержней (могут быть разными по разным осям координат), тип стержневого элемента (стержень или железобетонный стержень), а также тип опорной связи (опорного закрепления конструкции).

3. Создаем вариант нагружения, прикладываем к стержням и узлам проектные нагрузки. Для облегчения процесса вставки нагрузок необходимо применять команды панели инструментов «Режимы отображения». Это, в первую очередь, команды «В плоскости YZ », «В плоскости XZ », «В плоскости XY », позволяющие привести эти плоскости в положение, перпендикулярное взгляду оператора, т.о. пространственную конструкцию можно осмотреть со всех сторон. Команды «Влево», «Вправо», «Наклонить вперед», «Наклонить назад» позволяют видеть конструкцию под другими углами зрения. Наконец, при желании можно выбрать и вид проекции, в которой изображается расчетная модель конструкции: параллельная проекция (команда «Аксонометрия») и перспективная проекция (команда «Перспектива»).

4. Задайте параметры стержней. Для этого необходимо два раза быстро нажать левую клавишу мыши на каждом стержне поочередно и в появившемся диалоговом окне задать параметры сечения и материала стержня. Создавая железобетонный стержень, сечение необходимо выбрать из каталога железобетонных сечений. Настройте параметры расчета и запустите расчет. Включите режим результата и просмотрите результат разными способами.

5. Создайте и просмотрите отчет. Для этого на панели инструментов найдите команду «Создание отчетов» (запуску этой команды соответствует также нажатие клавиши F9), в диалоговом окне нажмите на кнопку «Добавить» и в следующем окне задайте название отчета и его состав (после нажатия клавиши «Редакт.» выберите те результаты, которые нужно отобразить в отчете). После создания отчета нажмите кнопку «Просмотр», после чего в отдельном окне появится документ отчета, который можно просмотреть и распечатать.

6. Создайте новый файл проекта «Радуги». Попробуйте создать и рассчитать конструкцию опоры высоковольтной линии электропередач. Для создания расчетной схемы воспользуемся другим способом ускорения построения пространственных конструкций (он применим в том случае, если конструкция состоит из нескольких плоских рам). Сначала нужно нарисовать одну плоскую раму, а затем выделить ее окном (выделенные элементы окрашиваются в желтый цвет) и нажать команду «Копировать» в верхнем меню «Правка». В появившемся диалоговом окне необходимо выбрать количество получаемых копий, величину и направление смещения (в этом случае смещать копии надо по оси, перпендикулярной плоскости рамы). Затем, используя команды «поворота» изображения, добиваемся такого ракурса, в котором можно дорисовать недостающие стержни.

Копирование рекомендуется производить с уже нарисованными опорными закреплениями и приложенными нагрузками (конечно, все это возможно лишь когда параметры всех этих элементов одинаковы). Задание всех исходных данных проекта может осуществляться и в табличной форме. Для этого надо найти на панели инструментов команду «Сводная таблица» и в появившемся диалоговом окне задать необходимые параметры.

7. В программе «Радуга» имеется возможность подробно настраивать опорные закрепления. Опорное закрепление предполагает ограничение свободного перемещения в определенных направлениях. Но в «стандартных» задачах строительной механики чаще всего опорное закрепление лежит в определенной плоскости, параллельной плоскости рамы (фермы, и

т.д.). Программа «Радуга» дает возможность определять плоскость, в которой «лежит» то или иное ограничение свободного перемещения. Эта настройка выполняется следующим образом: в диалоговом окне «Опора» нажимаем на кнопку «Новая», и далее, в диалоговом окне «Опорные связи», определяем подробно параметры линейных и угловых перемещений.

8. Расчетную схему конструкции, созданную в программе «Радуга» можно сохранить в виде файла AutoCAD (с расширением dxf). Расчетная модель может быть экспортирована в AutoCAD вместе с изображением нагрузок или эпюр. Для этого необходимо найти в верхнем меню «Файл» команду «Экспорт» и, выбрав в диалоговом окне папку, а также задав название проекта, сохранить проект.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. Программа «Бета»

Цель работы: научиться выполнять расчет железобетонных конструкций по нормальным сечениям в программе «Бета».

1. Программа «БЕТА» разработана в Полоцком государственном университете в соответствии с СНБ 5.03.01-98 «Конструкции бетонные и железобетонные. Нормы проектирования». Разработчики программы: д.т.н. Д.Н. Лазовский, к.т.н. Д.О. Глухов и д.т.н. Т.М. Пецольд. Программа предназначена для выполнения расчета прочности и трещиностойкости нормального сечения железобетонных элементов в соответствии с положениями проекта СНБ. Программа позволяет производить расчет параметров напряженно-деформированного состояния, ширины раскрытия трещин в нормальном сечении на любом этапе нагружения железобетонных элементов произвольного поперечного сечения и армирования (в т.ч. с учетом предварительного напряжения) при любом виде напряженно-деформированного состояния (сжатие, растяжение, изгиб, косое внецентренное сжатие, косой изгиб), а также подбор площади поперечного сечения рабочей продольной арматуры.

2. Работу в программе начинаем с создания сечения железобетонного элемента. Создать фрагмент бетона можно, запустив команду «Добавить фрагмент бетона» в верхнем меню «Бетон». Задание фрагмента бетона осуществляется заданием точек, которые автоматически соединяются линиями, ограничивающими сечение. Замыкание сечения производится нажатием правой клавиши мыши. Сечение может состоять и из нескольких фрагментов бетона. Расположить в сечении арматурные стержни можно,

запустив команду «Добавить арматуру» в верхнем меню «Арматура». Перед заданием расположения арматурных стержней необходимо задать их тип (стержневая или канатная арматура) и диаметр. Удаление добавленных бетона и арматуры можно произвести, выбрав команду «Удалить» в соответствующих верхних меню.

3. Далее необходимо определить типы материалов, применяемых в данном проекте. Для этого необходимо заполнить таблицы редактора бетонов и редактора арматурной стали. Редакторы вызываются одноименными командами из соответствующих верхних меню. Редактор представляет собой таблицу (рис. 1), содержащую типы материалов и управляющие кнопки.

Нажав на кнопку «Добавить в проект», задаем в диалоговом окне необходимые параметры материалов.

Для бетона это:

- тип бетона: тяжелый, мелкозернистый или легкий (с указанием плотности);
- класс прочности;
- наименование;
- место изготовления.

При необходимости, можно задать характеристики бетона, полученные по опытным данным: f_{ck} , f_{ctk} , E , ϵ_{cu} и ϵ_{cut} .

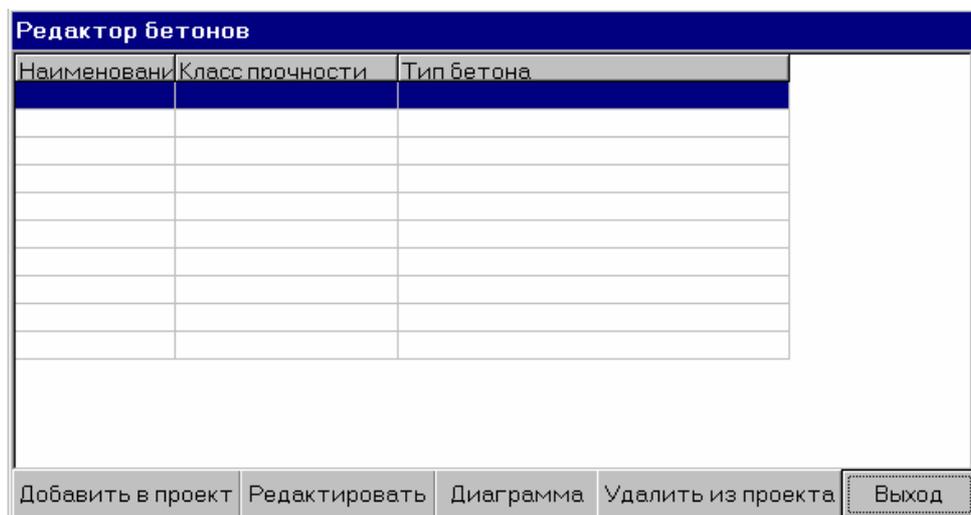


Рис. 1. Окно «Редактора бетонов»

Для арматуры это:

- наименование арматуры;
- класс арматуры;
- наличие физического предела текучести.

При необходимости можно внести данные, полученные опытным путем: f_{tk}/f_{yk} , f_{yk} , E .

Для преднапряженной арматуры необходимо, кроме того, задать:

- тип арматуры (гладкая, периодическая, проволока, канаты);
- величину предварительного напряжения;
- способ создания предварительного напряжения;
- подробное задание параметров учета потерь предварительного напряжения.

Можно просмотреть диаграмму для заданных типов бетона и арматуры.

4. Необходимо присвоить фрагментам бетона определенный тип бетона, а арматурным стержням – тип арматуры. Выполняется это следующим образом: выделяется (простым нажатием) фрагмент бетона или арматурный стержень; в появившемся диалоговом окне выбираем из списка тип материала. Здесь же имеется кнопка перехода в редактор материала, применяемая в том случае, если имеется необходимость откорректировать параметры материала. В этом же окне свойств материала (бетона, арматурной стали) можно отредактировать координаты точек сечения и стержней, а для арматуры – еще и диаметр арматуры. Дальнейшие шаги по расчету конструкций могут производиться только если тип материала присвоен всем фрагментам бетона и всем арматурным стержням.

5. Особенности расчета необходимо задать в диалоговом окне «Параметры проекта», которое вызывается выбором верхнего меню «Настройка». Необходимо выбрать тип диаграмм (а именно: по СНиП 2.03.01–84* или по СНБ 5.03.01-98), вид диаграммы бетона (параболическая или параболически-линейная), частный коэффициент для усилий предварительного обжатия и т.д.

6. Диалоговое окно «Расчет прочности» (рис. 2), которое вызывается выбором верхнего меню «Нагрузки», дает возможность задать параметры расчета и нагружения.

Возможно выполнение расчетов по заданным усилиям, по трещиностойкости, а также расчета прочности сечения.

Расчет по заданным усилиям предполагает расчет сечения на заданные усилия по I и II группе предельных состояний (по II группе производится только определение ширины раскрытия трещин).

Расчет по трещиностойкости предполагает определение момента образования трещин и ширины раскрытия трещин.

Расчет прочности

Расчет напряженно-деформированного состояния ЖБК

- расчет проводить по оси X Длительное воздействие нагрузки, неблагоприятный способ ее приложения
 - расчет проводить по оси Y

Продольное усилие

N сжатие растяжение 1 кН

Эксцентриситет, мм
 e_{ox} 0 e_{oy} 0

Соответствующий момент, кНм
 M_x 0 M_y 0

Момент от собственного веса

M_x сжат слева сжат справа 0 кНм
 M_y сжат сверху сжат снизу 1 кНм

Расчет проводить, **Изгибающий момент** В том числе с моментом от собственного веса наращивая

только N
 только M_x , M_y
 N, M_x , M_y

M_x сжат слева сжат справа 1 кНм
 M_y сжат сверху сжат снизу 1 кНм

Расчет при заданных усилиях Расчет трещиностойкости Расчет прочности

Установить нагрузки и Запустить расчет Установить нагрузки

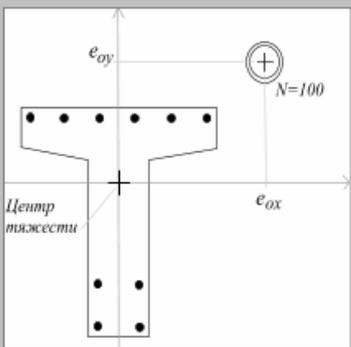


Рис. 2. Диалоговое окно задания нагрузок

Расчет по прочности сечения предполагает определение разрушающей нагрузки, а также некоторый анализ причин разрушения. Расчет прочности производится методом последовательных нагружений.

Расчет может быть произведен (в зависимости от заданных нагрузок и прочих параметров) как изгибаемых, так и сжатых (растянутых) элементов, в т.ч. и внецентренно-сжатых (растянутых).

После выбора и ввода необходимых данных следует нажать на кнопку «Установить нагрузки и Запустить расчет». Если планируется осуществить подбор арматуры, следует нажать на кнопку «Установить нагрузки».

7. После завершения расчета на экране появляется диалоговое окно с результатами расчета. Эпюры внутренних усилий можно просмотреть:

- для момента отпуска преднапряженной арматуры,
- для момента трещинообразования,

– для момента достижения заданной нагрузки и момента разрушения конструкции.

К каждой эпюре «прилагается» таблица значений; имеется возможность просмотра диаграммы. Возможно также построение отчетов.

В случае решения задачи по подбору арматуры те арматурные стержни, площадь которых должна подбираться, задаются с заведомо малым диаметром, а также отмечаются (команда «Отметить арматуру для подбора» в верхнем меню «Подбор»). Далее, в окне задания нагрузок вносятся необходимые параметры. Затем следует нажать на кнопку «Установить нагрузки», а потом запустить подбор (команда «Подбор» в верхнем меню «Подбор»).

8. В программе «Бета» возможно создание сечения для программы «Радуга». Для этого нужно полностью запроектировать сечение, выбрать команду «Сохранить сечение для “Raduga”» в верхнем меню «Файл». Происходит построение модели сечения, после чего нужно определить имя сечения и папку, в которую файл железобетонного сечения (с расширением cse) должен быть сохранен. Далее файл созданного сечения должен быть внесен в каталог железобетонных сечений программы «Радуга». В верхнем меню «Библиотеки» программы «Радуга» необходимо запустить команду «Каталог ж/б сечений...», в появившемся диалоговом окне следует нажать на кнопку «Импорт...», найти файл сечения и добавить его в каталог.

Помимо этой функции, программа «Бета» позволяет производить расчет усиления конструкций, а также научный анализ (с построением кривых взаимодействия, показывающих предельные значения изгибающих моментов при всевозможных значениях продольной сжимающей / растягивающей силы).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9.

Комплексная контрольная работа № 1

Цель работы: научиться решать инженерные задачи с использованием комплекса программ САПР (отработать взаимодействие программ AutoCAD, «Радуга» и «Бета»).

1. Задача контрольной работы – создать проект многопустотной плиты перекрытия с круглыми пустотами. Предварительные действия: по исходным данным размеров плиты (длина – 5 м, ширина – 1,2 м, высота се-

чения – 240 мм, размер пустоты – 159 мм) определите расчетную длину плиты и приведенное сечение.

2. В программе *AutoCAD* начертите поперечное и продольное сечение плиты, а также приведенное сечение плиты. Сохраните файл под названием «Многopустотная плита».

3. Откройте программу «*Бета*». Создайте двутавровое сечение (соответствующее приведенному сечению плиты): бетон класса С25/30, продольная рабочая арматура 8 стержней класса S400. Сохраните сечение под названием «Плита 1» для программы «*Радуга*».

4. Откройте программу «*Радуга*», не закрывая при этом программу «*Бета*». Добавьте сечение, созданное в программе «*Бета*» в каталог железобетонных сечений. Создайте в программе «*Радуга*» расчетную модель плиты (свободно опертая балка); задайтесь нагрузками и произведите расчет. Просмотрите и выпишите результаты расчета. Создайте отчет.

5. Произведите подбор арматуры для приведенного сечения в программе «*Бета*», установив взятые из расчета «*Радуги*» величины внутренних усилий. Рассчитайте полученное сечение по прочности и трещиностойкости в программе «*Бета*». Создайте и просмотрите эпюры, таблицы и диаграммы результатов. Создайте отчет.

6. Экпортируйте расчетную модель с нагрузками, а затем расчетную модель с эпюрой изгибающих моментов из программы «*Радуга*» в программу *AutoCAD*. На сечениях плиты изобразите схему армирования. На основе полученных в предыдущих расчетах данных составьте и нарисуйте спецификацию арматурных изделий.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10. Программа FEM models. Часть I

Цель работы: овладеть навыками составления расчетных моделей в программе FEM models

1. Запустите программу FEM models. Произведем расчет пространственной рамы, состоящей из стоек и плиты (пластины). Работа начинается с создания расчетной схемы, которое производится с использованием готовых элементов в библиотеках «Геометрические элементы», «Стержневые системы», «Пластины, пологие оболочки», «Силы» и «Закрепления».

2. Нажмите кнопку «Создание новой схемы» и сохраните схему (в качестве имени файла примите «Рама»). Далее нажмите на окно «Текущий

тип элемента» (в исходном состоянии в этом окне ничего не отображается). В появившемся окне «Типы элементов» выберите пункт «Отрезок» (его изображение сразу же появится в окне «Текущий тип элемента»).

Нажмите кнопку «Нарисовать элемент», выберите в окне редактора схем первую точку и зафиксируйте ее нажатием левой клавиши мыши. Чтобы рисовать далее отрезок по размерам, следует нажать на клавишу «пробел», после чего появится линейка, с помощью которой можно откладывать отрезки заданной длины по данному направлению (рис. 1).

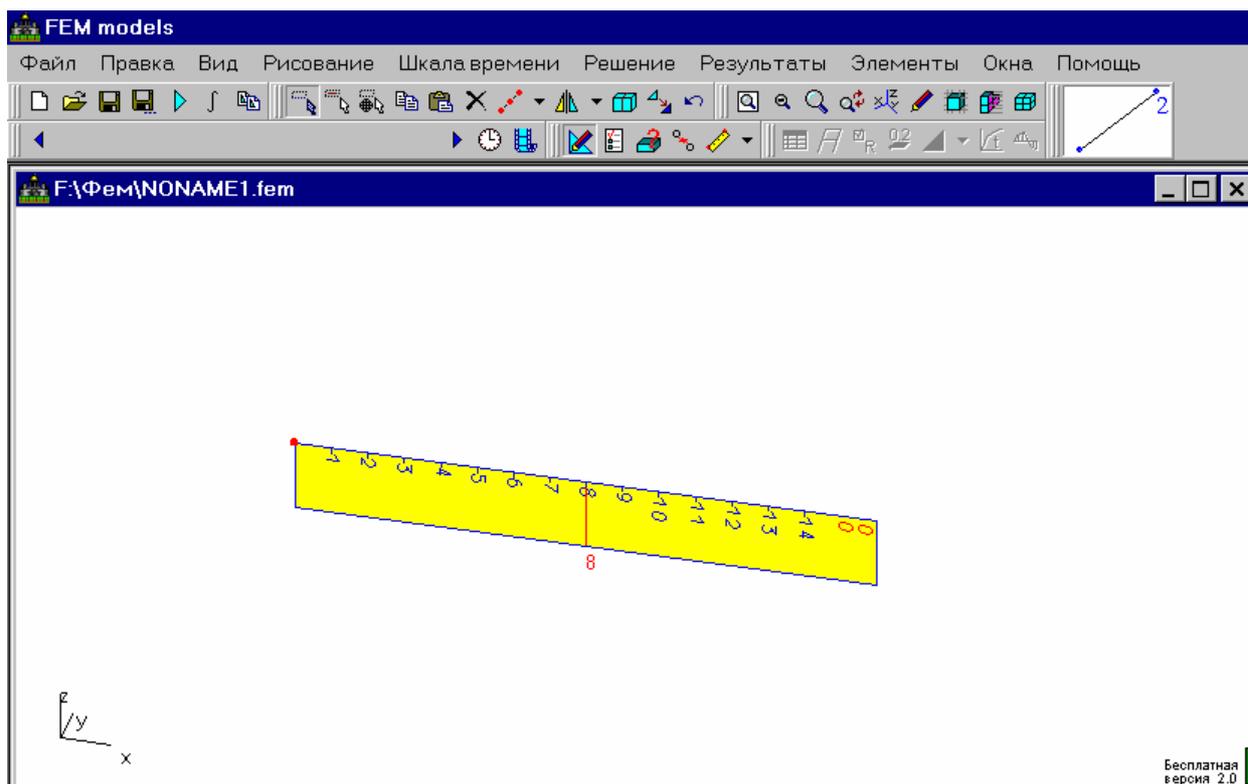


Рис. 1. Окно редактора схем: выбор второй точки по линейке

Выберите на линейке деление «8» и нажмите левую клавишу мыши. Это приведет к появлению отрезка длиной 8 м. Поворот линейки осуществляется клавишами со стрелками на клавиатуре компьютера. Нарисуйте второй отрезок длиной 7,5 м перпендикулярно первому (число «7,5» следует вводить с клавиатуры). Для отмены режима рисования служит клавиша «Esc».

Два других стержня получаем копированием первых. Последовательность действий: выделяем окном горизонтальный стержень; нажав на кнопку «Копировать», выбираем «базовую точку» (т.е. точку привязки) копируемого стержня (аналог *base point* программы AutoCAD). Затем, нажав на кнопку «Вставить», указываем точку, в которую нужно поместить

«базовую точку» копии. В конечном итоге должен получиться прямоугольник из стержней размером 8 м на 7,5 м. После этого, выбрав элемент «Упругая пластина», рисуем четырехугольную пластину, фиксируя угловые точки стержневого четырехугольника (это обязательно надо делать по часовой стрелке).

Далее необходимо выбрать элемент «Пространственный стержень» (из библиотеки «Стержневые системы, статика, динамика»; предыдущие элементы выбирались из библиотек «Геометрические элементы» и «Пластины, пологие оболочки»). Рисуем пространственный стержень в направлении, перпендикулярном плоскости прямоугольника. Длина стержня – 5 м. Копируем стержень и вставляем копии в четыре угловые точки прямоугольника. Получившуюся схему можно видеть на рис. 2.

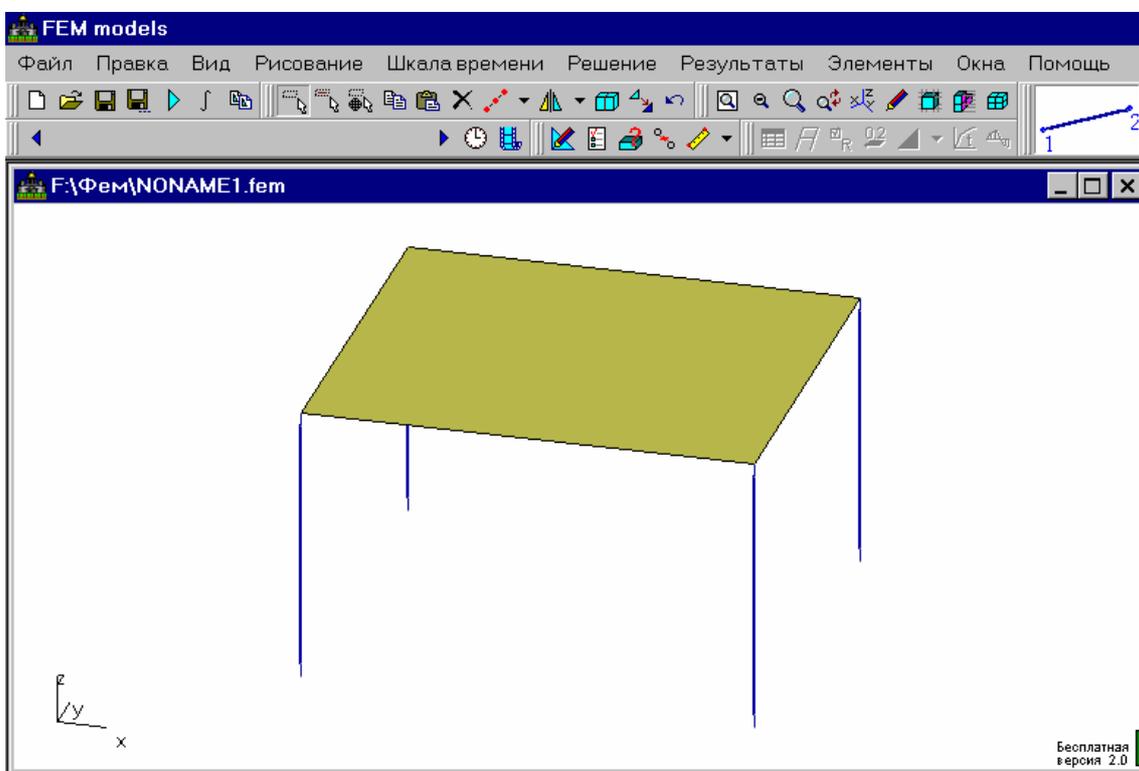


Рис. 2. Окно редактора схем: геометрическая схема

3. Приступаем к заданию параметров элементов. Это производится следующим образом: сначала нужный элемент (или элементы одного типа) выделяется, а затем в диалоговом окне задаются его параметры. Выделение производится в диалоговом окне «Фильтр» (вызываемом нажатием кнопки «Выделение элементов по фильтру»); диалоговое окно «Параметры» вызывается нажатием кнопки «Параметры элементов» (пример окна параметров для плиты – «упругой пластины» см. на рис. 3).

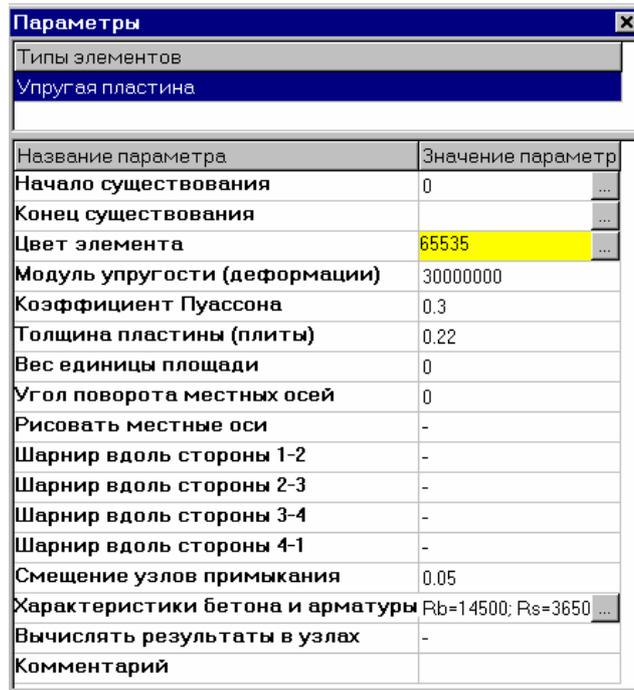


Рис. 3. Диалоговое окно параметров элемента «упругая пластина»

4. Задав свойства элементов «Упругая пластина» и «Пространственный стержень», приступаем к заданию нагрузок. Выбираем элемент «Распределенная нагрузка по четырехугольнику» (из библиотеки «Силы»), рисуем его и задаем параметры нагрузки (аналогично рисованию и заданию параметров упругой пластины).

Далее устанавливаем опорные крепления. Выбрав элемент «Закрепление (заданное перемещение)» (из библиотеки «Закрепления»), включаем режим рисования (кнопкой «Нарисовать элемент»), затем в верхнем меню «Правка» выбираем команду «Выполнить действие для точек в плоскости», а затем указываем последовательно на нижние концы вертикальных стержней рамы. Т.о. осуществилось закрепление по оси z (оно установлено по умолчанию). Далее необходимо произвести закрепление по осям x и y : в окне выбора элемента нужно нажать правую клавишу мыши и в появившемся окне параметров закрепления выбрать другую ось, а затем повторить рисование закреплений.

5. Устанавливаем разбиение элемента на части (т.е. каждый отрезок в плоскости пластины может быть разбит на какое-то число частей). Для этого нажимаем правую клавишу мыши на кнопке «Разбить ребро элемента на N частей» и в падающем меню выбираем число частей (в нашем случае 4). Затем, нажав левую клавишу мыши на этой кнопке, выбираем последовательно два взаимоперпендикулярных отрезка (лежащих в плоскости пластины), указывая их начальную и конечную точки. Вид схемы после разбиения представлен на рис. 4.

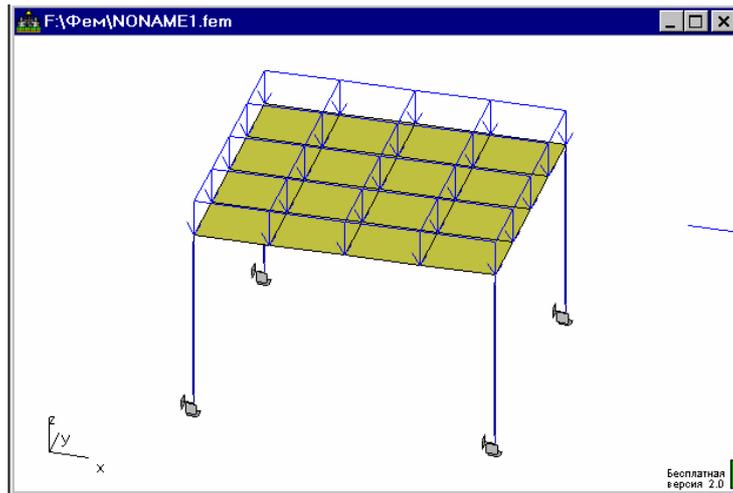


Рис. 4. Расчетная схема после разбиения

6. Произведем расчет. Сначала нажмите на кнопку «Решение» и в появившемся диалоговом окне «Параметры» определите параметры расчета. В нашем случае необходимо установить следующие параметры: точность сборки схемы – 0,01; методы – прямые.

Для просмотра результатов в табличном виде нажмите на кнопку «Таблица результатов в точке», затем выберите нужную точку и читайте результаты в появившейся таблице. Для графического просмотра результатов воспользуйтесь кнопками «Рисовать деформированную схему», «Рисовать изолинии», «Графики». Прежде, чем пользоваться этими кнопками, необходимо выбрать вид результата, для которого нужно просмотреть графическое изображение (для этого предназначена кнопка «Выбрать интересующий результат расчета»). На рис. 5 изображена схема, на которой отображены моменты в стойках и распределенный момент в плите M_x .

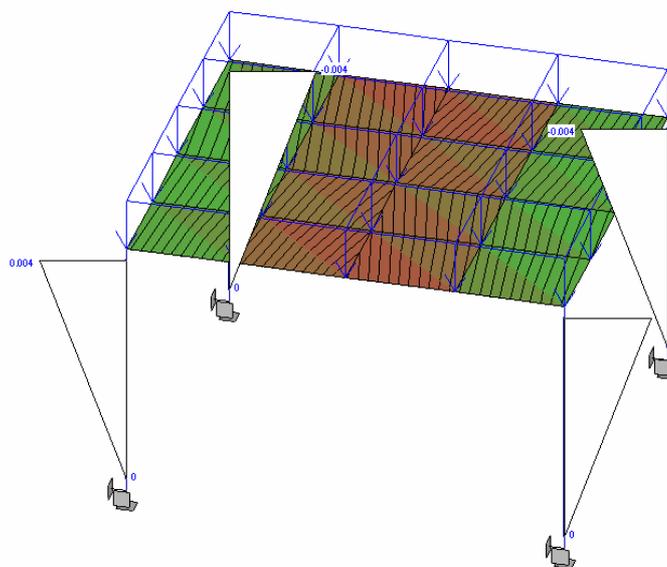


Рис. 5. Расчетная схема с результатами

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11.
Программа FEM models. Часть II

Цель работы: закрепить навыки расчета пространственных конструкций в программе FEM models.

1. Произведите расчет пространственной конструкции, состоящей из круглой в плане плиты и двенадцати колонн. Примите во внимание, что в редакторе схем программы FEM models окружность отображается в виде двенадцатиугольника.

2. Очередность рисования схемы примите следующую:

1) изобразите вспомогательную линию – окружность (библиотека «Геометрические элементы»);

2) «заполните» окружность элементом «упругая пластина» (заполнение можно производить частями, получив в результате семь фрагментов пластины);

3) нарисуйте стойки – элемент «пространственный стержень».

Результат см. на рис. 1.

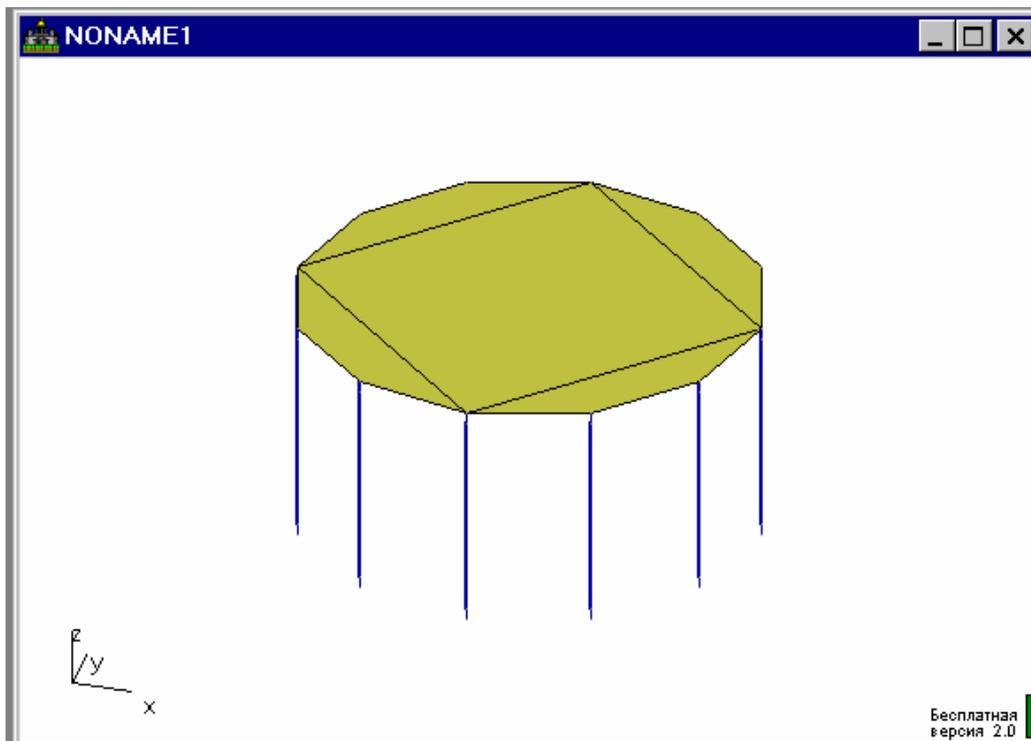


Рис. 1. Геометрическая схема пространственной конструкции

3. Задайте опорное закрепление: элементы «закрепление (заданное перемещение)» по осям z и y . Задайте нагрузку для конструкции: равномерно распределенная по четырехугольнику нагрузка. Задайте разбиение

на 10 частей по каждому ребру большого прямоугольника (составляющего центральную часть пластины) – должно получиться 100 квадратных «площадок»; боковые части разбейте на 10 частей по одному из их ребер.

4. Выполните расчет конструкции (примите простые методы расчета). Визуализируйте деформированную схему конструкции. Результат визуализации см. рис. 2.

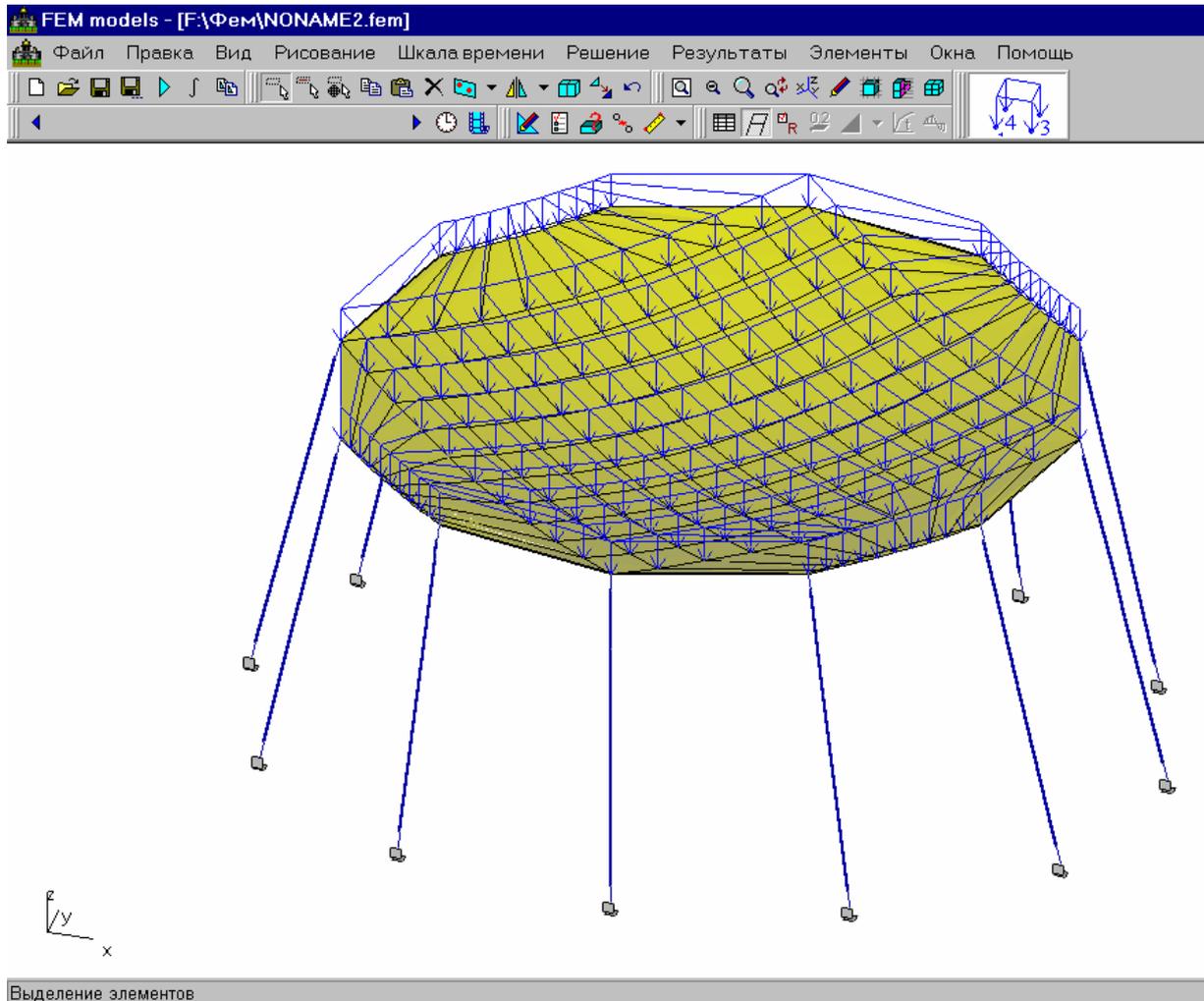


Рис. 2. Деформированная схема (масштаб деформаций 500)

5. Просмотрите таблицы результатов для разных точек конструкции; постройте изолинии перемещений (подпишите результат), графики моментов и т.д. Попробуйте сформировать отчет в программе Microsoft Word. Для этого используйте команду «Экспорт...» (верхнее меню «Файл»), позволяющую сохранить изображение в окне программы в виде файла рисунка (с расширением bmp). Можно использовать также клавишу «Print Screen» («PrtScr») на клавиатуре компьютера, позволяющую поместить в буфер обмена (clipboard) все изображение на экране компьютера.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12.
Программа FEM models. Контрольная работа

Цель работы: закрепить навыки расчета пространственных конструкций в программе FEM models.

1. В программе AutoCAD изобразите расчетную схему многоэтажной пространственной конструкции и сохраните ее с расширением dxf.

2. В программе FEM models откройте эту расчетную схему, доработайте ее (добавив новые элементы, нагрузки и закрепления). Открыть файл dxf можно в окне «Тип элемента», библиотека «Геометрические преобразования», папка «Файлы AutoCAD DXF (*.dxf)». Обратите внимание на то, что линии из файла AutoCAD «воспринимаются» в программе FEM models как отрезки, т.е. вспомогательные линии для построения расчетной схемы, а не конечные элементы.

3. Рассчитайте конструкцию, просмотрите результаты, подготовьте отчет в программе Microsoft Word.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13.
Комплексная контрольная работа № 2

Цель работы: закрепить навыки расчета пространственных конструкций в программе FEM models.

1. В программе «*Радуга*» создайте и рассчитайте трехмерную раму, состоящую из стоек и ригелей (размер ячейки в плане – 12 × 12 м; высота этажа – 4,5 м; размеры всего здания – 60 × 60 м). Материал стоек и ригелей – железобетон. Сечение стоек и ригелей для программы «*Радуга*» создайте в программе «*Бета*».

2. Используя полученные результаты, произведите в программе «*Бета*» расчет сечений стойки и ригеля по прочности и трещиностойкости.

3. Экпортируйте расчетную схему здания в программу *AutoCAD*. Откорректируйте схему и откройте ее в программе *FEM models*. Дополните схему в программе *FEM models* упругими пластинами – «плитами перекрытия и покрытия» и произведите расчет.

4. Используя полученные данные, запроектируйте столбчатые фундаменты для стоек в программе «*Фундамент*».

5. Используя программы *AutoCAD* и *Microsoft Word*, сформируйте файл отчета. Он должен содержать изображения расчетных схем с нагруз-

ками и эпюрами; сечения стоек и ригелей с эпюрами внутренних усилий; деформированную схему рамы (из программы *FEM models*) и результат подбора и расчета фундамента.

Не указанные специально исходные данные для всего проекта примите произвольно или по указаниям преподавателя.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14.

Среда программирования Delphi. Создание простейшего Windows-приложения в среде программирования Delphi

Цель работы: освоить начальные приемы работы в среде визуального программирования Delphi на примере создания простейшего Windows-приложения (создать программу, способную подсчитывать сумму чисел).

1. Создайте предварительно (на бумаге) проект будущей программы. Проект должен состоять: 1) из рисунка окна (формы) будущей программы с размещенными на нем компонентами (кнопками, полями для ввода данных и пр.); 2) из перечня событий, необходимых для нормального функционирования этой программы (с указанием типа события для каждого события); 3) из фрагментов программы на языке *Object Pascal* (для каждого из запланированных событий).

2. Запустите *Delphi*, воспользовавшись меню кнопки «Пуск» (папка «Borland Delphi»). Ознакомьтесь с рабочим столом Delphi. Под цепочкой верхних меню находятся **панель инструментов** (рис. 1), а также **палитра инструментов** (рис. 2).



Рис. 1. Панель инструментов Delphi



Рис. 2. Палитра инструментов Delphi

Ниже располагаются: окно «**Инспектор объектов**» (рис. 3), а также окно первой «формы» – окна будущего Windows-приложения.

3. Начните создание Windows-приложения с сохранения главного файла проекта (файл с расширением ~.dpr) и файла первого модуля программы (файл с расширением ~.pas). Для этого в верхнем меню «File» выберите команду «Save Project As...» и в открывшемся диалоговом окне 1) выберите место для сохранения файлов проекта (например, папка «Temp» на диске «С»), 2) создайте новую папку с помощью клавиши «Создание новой папки» этого диалогового окна (файлы проекта обязательно надо сохранять в отдельную папку), 3) напишите имя файла первого модуля в поле «Имя файла» и нажмите клавишу «Сохранить», 4) в следующем (аналогичном) окне напишите имя главного файла проекта в поле «Имя файла» и нажмите клавишу «Сохранить».

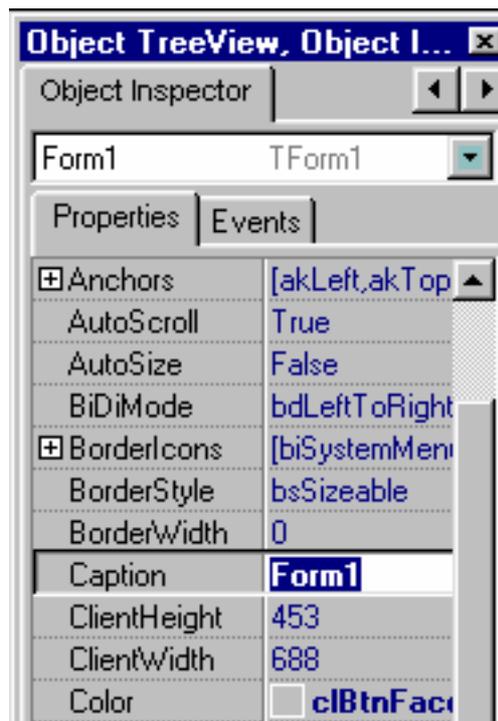


Рис. 3. Окно «Инспектор объектов»

4. Разместите компоненты на поле формы (в соответствии с Вашим предварительным рисунком). Компоненты, необходимые для нашей программы, можно найти на палитре инструментов на вкладке «Standard». Для реализации нашей программы подсчета суммы чисел нам понадобятся:

- 1) два поля для ввода (Edit) – в одно пользователь будет записывать числа, в другом будет появляться результат суммирования;
- 2) три кнопки (Button) – это кнопки «Закреть», «Сброс» и «Добавить»;
- 3) поле Мемо – здесь будет размещаться инструкция для пользователя;
- 4) две метки (Label) – метка «Число» рядом с полем для ввода числа и метка «Сумма» рядом с полем для вывода суммы. Чтобы поместить компонент на поле формы, нажмите левую клавишу мыши вначале на кнопке этого компонента (все эти кнопки – на вкладке «Standard» палитры инструментов), а затем на выбранном месте поля формы, где этот компонент по Вашему мнению должен размещаться. Примерный результат этих действий см. на рис. 4.

5. Обратите внимание на черные квадратики – маркеры выделения, расположенные по углам и серединам сторон любого из компонентов (на рисунке это поле Мемо). Выделить любой компонент можно однократным

нажатием на него, с помощью маркеров выделения, появившихся вслед за этим, можно увеличить или уменьшить размеры этих компонентов. для этого наведите курсор на любой из маркеров, нажмите на нем левую клавишу мыши и, не отпуская клавишу, ведите мышь в нужную сторону. Добившись нужного размера, отпустите левую клавишу мыши. Если необходимо переместить компонент по окну формы не меняя его размеров, повторите эту же операцию, только нажимать левую клавишу мыши необходимо не на маркерах выделения, а на самом компоненте. Если необходимо удалить компонент, выделите его и нажмите на клавишу «Delete» на клавиатуре компьютера.

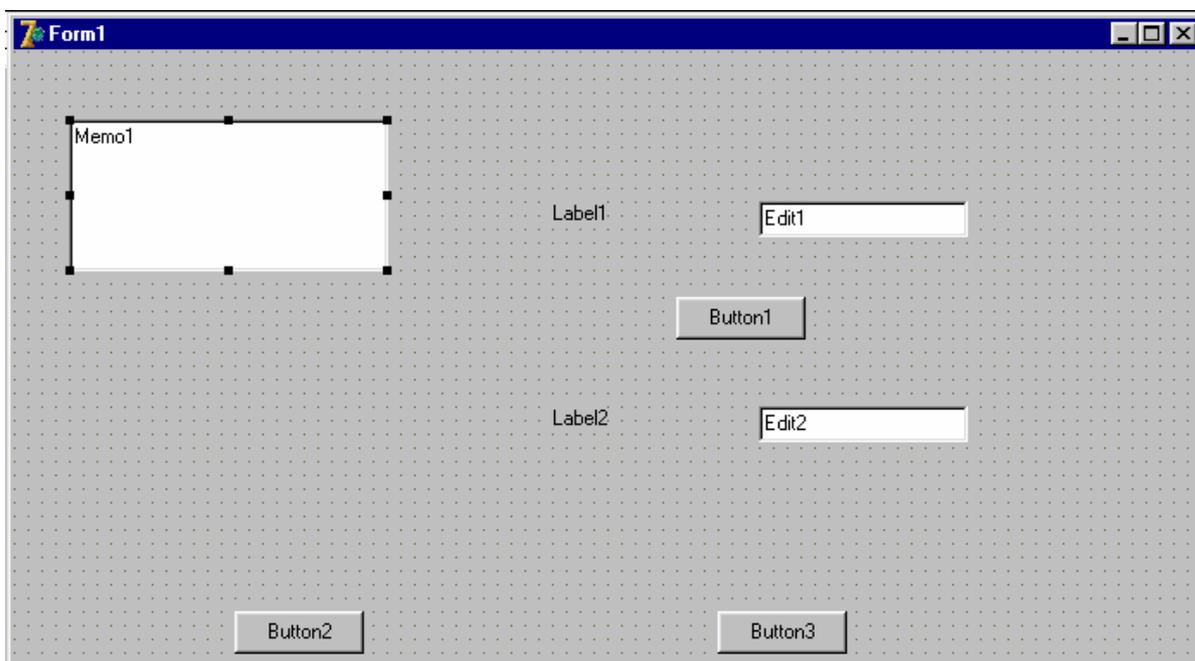


Рис. 4. Окно формы создаваемого проекта

6. Теперь задайте свойства компонентов. Перечень свойств (Properties) для каждого компонента появляется в окне «Инспектора объектов» (Object Inspector) каждый раз, когда Вы выделяете этот компонент. Сама форма тоже в известной степени является компонентом. Чтобы задать свойства формы, необходимо нажать один раз левую клавишу мыши на поле формы, свободном от компонентов, а затем задать свойства формы в окне «Инспектора объектов».

Итак, зададим следующие свойства:

1) для кнопок: свойство Caption (Заголовок) для первой кнопки – «Добавить», для второй – «Сброс» и для третьей – «Закреть» (т.е. находим

в окне Object Inspector слово Caption и в соседней ячейке вместо слова «Button1» пишем слово «Добавить»);

2) для меток: свойство Caption (Заголовок) для первой метки – «Число», для второй – «Сумма». Надписи получаются слишком мелкими, поэтому зададим еще одно свойство – Font (Шрифт). Для этого поставьте курсор в ячейку справа от ячейки «Font», а затем нажмите на клавишу с многоточием, появившуюся в этой ячейке. В открывшемся окне выберите тип шрифта, его размер и начертание, нажмите на кнопку «ОК». Выполните эту операцию для обеих меток (по желанию, можно и для кнопок).

3) для поля Мемо: выберите в окне Object Inspector свойство Lines (здесь это означает содержимое – текст, написанный в окне), нажмите на кнопку с многоточием и в появившемся окне «String List Editor» напишите текст инструкции по использованию вашей программы. Задайте для поля Мемо также свойство Font.

4) для формы: можно задать свойство Caption (по желанию), а также свойство Color – цвет формы.

7. Теперь приступим к программированию событий, запроецированных нами для этой программы. Каждое событие связано с каким либо компонентом (или с формой), поэтому, начиная программировать событие, необходимо выделить компонент, с которым оно связано. Например, *первое событие* свяжем с формой. Сущность события состоит в том, что *при открытии формы в полях для ввода должны появиться знаки нулей*. Последовательность наших действий: 1) «выделите» форму (т.е. нажмите один раз левую клавишу мыши на поле формы, свободном от компонентов); 2) в окне *Object Inspector* откройте вкладку Events (События) и поставьте курсор в ячейку справа от названия типа проектируемого события. Здесь этот тип события – **OnCreate** (открытие формы); 3) два раза быстро нажмите на выделенный компонент (в данном случае – на форму). В результате поверх формы появится окно файла модуля программы (рис. 5), которое ранее скрывалось за окном формы (при этом курсор в окне модуля будет уже располагаться там, куда нужно вписать фрагмент программы этого события); 4) между словами «begin» и «end» впишите следующий фрагмент программы:

```
begin  
Edit1.Text:='0';  
Edit2.Text:='0';  
end;
```

Затем вернитесь в окно формы (для этого достаточно нажать на выступающую из-под окна файла модуля часть окна формы).

Повторите те же действия для *второго события*. Сущность его такая же, только происходит оно будет не при открытии формы, а *при однократном нажатии кнопки «Сброс»* (Значит, вначале надо выделить эту кнопку, затем выбрать тип события – **OnClick** и снова, уже дважды быстро нажать на эту кнопку. Фрагмент программы – такой же, как в предыдущем событии).

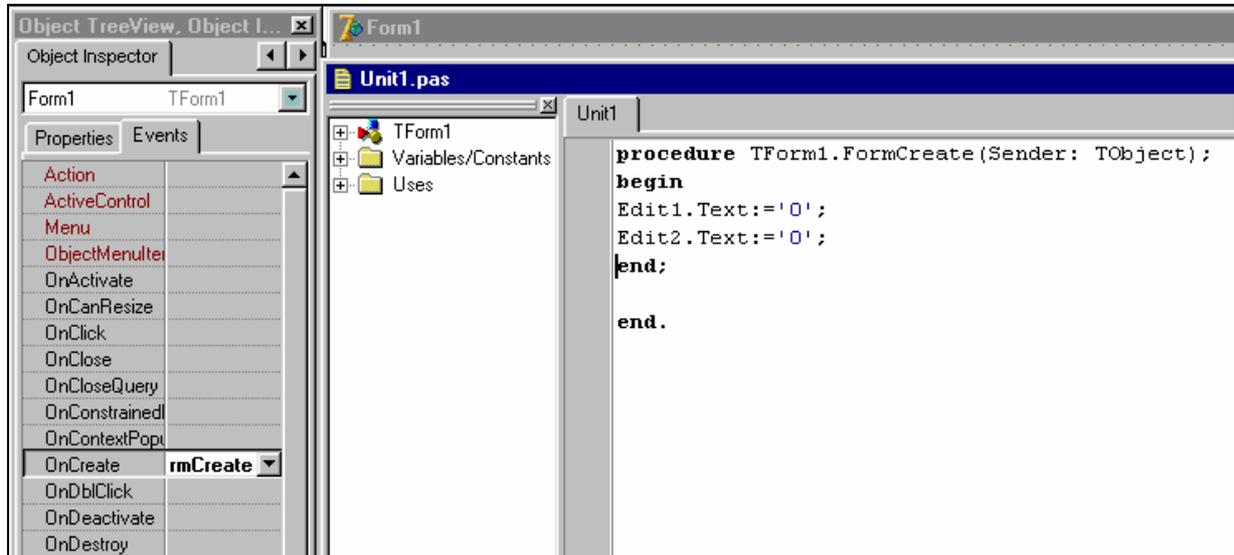


Рис. 5. Окно модуля программы: изображен фрагмент программы, соответствующий первому событию

8. Событие для кнопки «Закреть»: *при нажатии на эту кнопку форма должна закрываться*. Тип события **OnClick**, фрагмент программы:

```

begin
  Close;
end;

```

9. Событие для кнопки «Добавить» (при нажатии на кнопку «Добавить»):

1) к преобразованному в целое число содержимому поля Edit2 прибавляется (имеется в виду арифметическая операция сложения) преобразованное в целое число содержимое поля Edit1;

2) преобразованный в текст результат сложения помещается в поле для ввода Edit2.

Тип события **OnClick**, фрагмент программы:

```

begin
  a := StrToInt(Edit1.Text) + StrToInt(Edit2.Text);
  Edit2.Text := IntToStr(a);
end;

```

Здесь появляется переменная «а». Чтобы компьютер мог ее распознать, мы должны определить переменную до начала описания события,

т.е. до слова «begin». Определить переменную – значит написать ее тип (в нашем примере тип переменной – целое число). Поэтому между словами «procedure ...» и «begin» необходимо написать следующее:

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);  
var a: integer;  
begin
```

Вид окна модуля с фрагментом программы представлен на рис. 6.

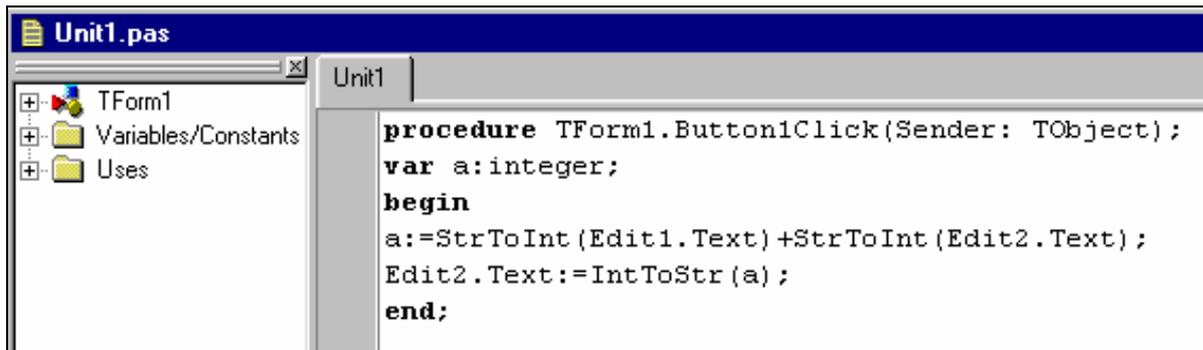


Рис. 6. Окно модуля программы: изображен фрагмент программы, соответствующий четвертому событию

10. Прежде чем перейти к завершающему этапу создания программы – Windows-приложения, необходимо сохранить все изменения на диске. Для этого, в верхнем меню «File» выберите команду «Save All» и нажмите ее.

11. Осуществите пробный запуск программы, созданной Вами. Для этого в верхнем меню «Run» нажмите команду «Run». Если Вы не допустили «грамматических» ошибок в написании фрагментов программы, на экране появится окно программы в том виде, каким оно должно быть после завершения программирования; необходимо опробовать его работу, проверить, «работают» ли запроецированные события. Если что-то не выполняется, закройте окно программы, вернитесь в окно модуля и найдите ошибку. Если же ошибки были допущены еще в написании фрагментов программы, на экране вместо окна программы появится окно модуля, где ошибка будет уже выделена. После исправления всех ошибок сохраните изменения и повторно запустите программу.

12. Если программа работает, необходимо ее «скомпилировать», т.е. создать файл с расширением «~.exe», что позволит программе работать уже без помощи Delphi. Для этого в верхнем меню «Project» нажмите команду «Compile ~» (здесь ~ – это название вашей программы или имя главного файла проекта). Теперь закройте Delphi, найдите свою программу и запустите ее уже без помощи Delphi. Проверьте, как работает программа.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15.

Реализация алгоритмов, содержащих логический блок в среде программирования Delphi

Цель работы: научиться создавать Windows-приложения в среде визуального программирования Delphi, в алгоритме которых имеется логический блок (проверка некоторого условия).

1. Создайте предварительно (на бумаге) проект будущей программы. Проект должен состоять из: 1) рисунка окна (формы) будущей программы с размещенными на нем компонентами (кнопками, полями для ввода данных и пр.), 2) перечня событий, необходимых для нормального функционирования этой программы (с указанием типа события для каждого события), и 3) фрагментов программы на языке Object Pascal (для каждого из запланированных событий).

Например, запроектируйте программу, позволяющую определять значения уравнения $y = \sin(x) + x^2$, где $y \neq 8$. Задайте тип переменных – дробные числа.

2. Запустите Delphi, воспользовавшись меню кнопки «Пуск» (папка «Borland Delphi»). Сохраните главный файл проекта и файл модуля в специально созданную для этого папку каталога «Temp».

3. Расположите компоненты на поле формы и задайте свойства компонентов. Компоненты должны давать возможность программе полноценно функционировать, а пользователю – самостоятельно овладеть программой.

4. Запроектируйте события для программы. В нашем примере три первых события аналогичны применявшимся в прошлой программе (см. предыдущую лабораторную работу).

5. Событие четвертое будет связано с кнопкой «Вычислить» (если хотите, можно дать этой кнопке и другое название). Тип события **OnClick**. Сущность события (при нажатии на кнопку «Вычислить»):

1) переменная x приравнивается преобразованному в дробное число содержимому поля для ввода Edit1 (или Edit2 по Вашему выбору);

2) переменная y приравнивается результату вычисления выражения $y = \sin(x) + x^2$;

3) если $y \neq 8$, то в поле для ввода Edit2 (или, соответственно, Edit1) помещается преобразованное в текст (в строковые данные) значение переменной y , иначе в поле для ввода Edit2 (или, соответственно, Edit1) помещается запись «Условие не удовлетворяется. Попробуйте начать заново».

6. Фрагмент программы для четвертого события выглядит следующим образом:

```
begin
x:=StrToFloat(Edit1.Text);
y:=sin(x)+sqr(x);
if y<>8 then Edit2.Text:=IntToStr(y)
else Edit2.Text:='Условие не удовлетворяется. По-
пробуйте начать заново';
end;
```

Переменные x и y должны быть определены до программирования события (тип переменных – дробное число), поэтому между словами «procedure ...» и «begin» необходимо написать следующее:

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var x:real;
var y:real;
begin
```

7. Завершите создание программы и проверьте, работает ли она.

8. Попробуйте запроектировать и создать в среде программирования Delphi программы для реализации более сложных вычислений и обязательно с большим количеством условий, где применялись бы операторы *or*, *xor* и *and*.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 16.

Работа с ресурсами САПР в сети Internet

Цель работы: приобрести навыки поиска информации о САПР в сети Internet; освоить методы сохранения информации и программ САПР.

1. Поиск информации в глобальной сети Internet можно осуществлять с помощью специальных *программ «Internet-обозревателей» (браузеров)*, наиболее распространенным из которых является *Internet Explorer*. Поиск информации в Internet производим следующими способами:

1) набираем известный нам адрес web-страницы в адресную строку браузера и нажимаем на кнопку «Переход» («Go»). Например, это может быть адрес поисковой машины: www.ya.ru, www.all.by и т.д. Затем, используя возможность поиска по ключевым словам (на поисковых сайтах) или по имеющимся на странице гиперссылкам, переходим на нужные нам страницы.

2) используем систему поиска браузера Internet Explorer: необходимо нажать на кнопку «Поиск» («Search»), после чего в появившейся в окне браузера панели поиска производим поиск по ключевым словам.

2. Необходимую информацию можно сохранить следующими способами:

1) выбрать в верхнем меню «Файл» («File») браузера команду «Сохранить как...» («Save As...») и задать место размещения сохраняемого файла, его имя и тип («web-страница полностью», «только текст», ...);

2) выделить необходимый текст прямо на web-странице, в контекстном меню нажать команду «Копировать» («Copy»), а затем вставить текст в файл текстового редактора на своем ПК (для копирования рисунков надо в контекстном меню, вызванном на рисунке, выбрать команду «Сохранить рисунок как...» («Save Picture As...»), задать папку хранения рисунка на своем ПК).

3. Запустите программу *Internet Explorer*. Ознакомьтесь с элементами окна браузера (рис. 1).

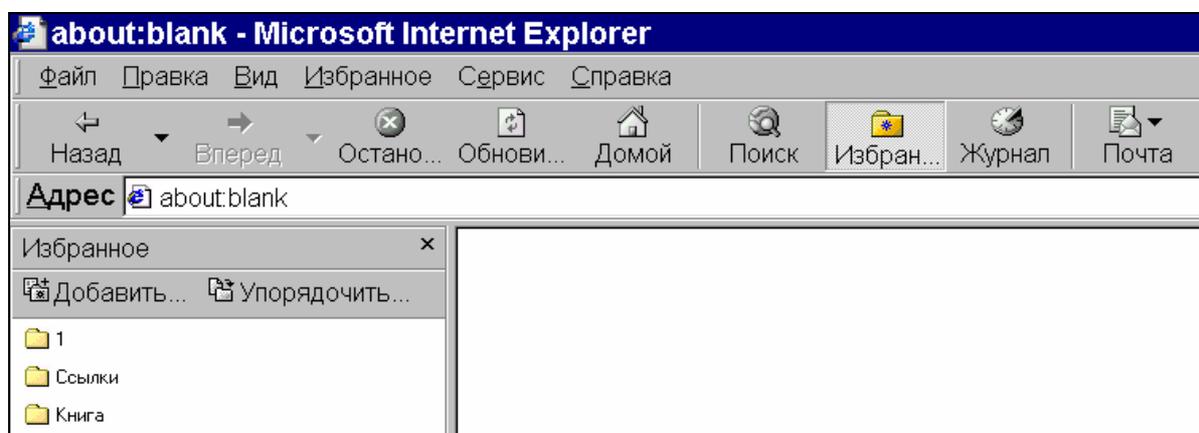


Рис. 1. Окно браузера *Internet Explorer* с открытой панелью «Избранное»

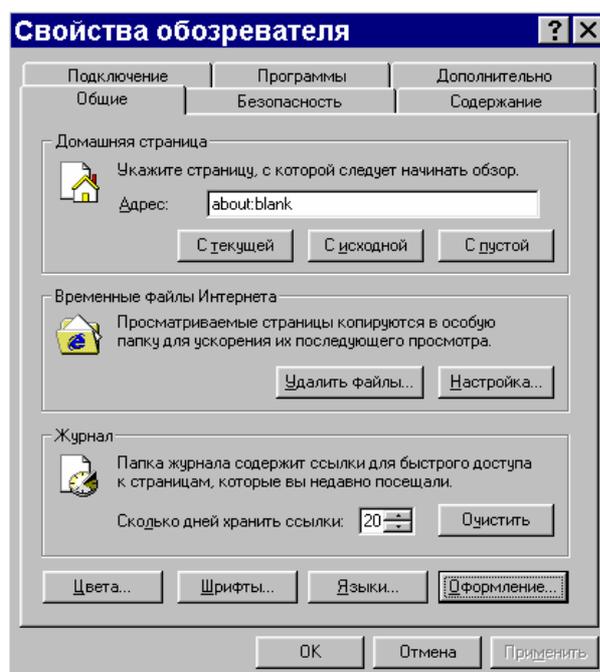


Рис. 2. Диалоговое окно «Свойства обозревателя»

4. В верхнем меню «Сервис» (Tools) найдите команду «Свойства обозревателя...». В появившемся диалоговом окне (рис. 2) произведите настройку свойств обозревателя. На вкладке «Общие» укажите стартовую («домашнюю» – home) страницу, которая будет загружаться сразу после запуска *Internet Explorer*. Если необходимо начинать с пустого листа, наберите адрес: «about:blank». Затем задайте прочие настройки отображения Web-страниц (последовательно нажимая клавиши «Цвета», «Шрифты», «Языки», «Оформление»). На вкладке «Безопасность»

укажите требуемый уровень безопасности для просматриваемой зоны (Низкий, Средний, Высокий). На вкладке «Содержание» установите необходимые ограничения на просмотр Web-страниц.

5. В адресной строке браузера *Internet Explorer* напишите адрес поискового сайта «*Yandex*»: <http://www.yandex.ru> и нажмите на клавишу «Enter» на клавиатуре компьютера. Если соединение вашего компьютера с сетью Internet не установлено, на экране появится диалоговое окно (рис. 3), на котором следует нажать кнопку «Подключиться».

Соединение с глобальной сетью может произойти только в том случае, если на компьютере установлен модем, подключенный к телефонной сети кабелем, или если компьютер включен в локальную сеть, один из компьютеров которой (он называется прокси-сервер) подключен к сети Internet. В появившемся затем окне «Установка связи» (рис. 4) наберите личные данные: логин (имя пользователя) и пароль, если вы работаете в локальной сети организации; логин, пароль и номер телефона, если у вас есть интернет-карта (все эти данные указаны в карте); номер телефона, указанный на рис. 4, если вы соединяетесь с Internet по беспарольному доступу (телефон для Республики Беларусь).

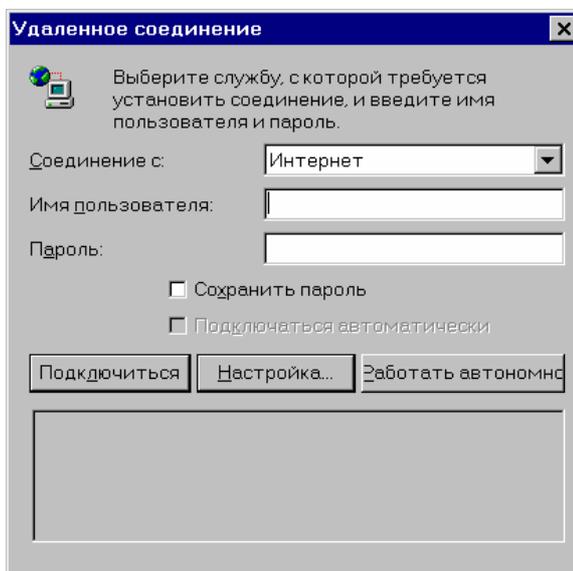


Рис. 3. Диалоговое окно «Удаленное соединение»

6. Когда страница сайта загрузилась (т.е. полностью появилась на экране, а курсор, наведенный на панель инструментов, «утратил» символ песочных часов), попытайтесь осуществить поиск бесплатных программ САПР, а также статей и учебников по САПР первым способом из описанных выше.

7. Выборочно сохраните на жесткий диск вашего компьютера некоторые статьи и программы САПР. Для сохранения на свой компьютер программ размером более 1 Мб используйте программу *Flash Get* (окно программы см. на рис. 5).

По завершении работы в сети Internet закройте окно браузера *Internet Explorer*. Затем откройте файлы, сохраненные Вами в процессе работы в глобальной сети. Распакуйте (разархивируйте) файлы программ САПР, загруженных программой *Flash Get* из сети Internet (они находятся в папке

«Download»); установите программы на компьютер и проверьте их работоспособность.

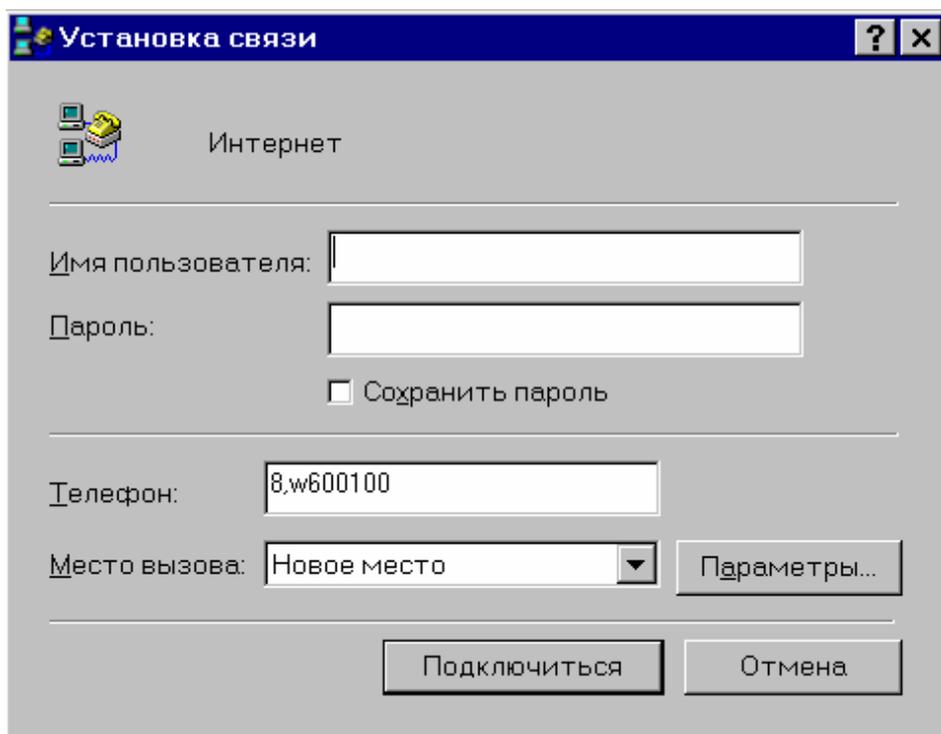


Рис. 4. Диалоговое окно «Установка связи»

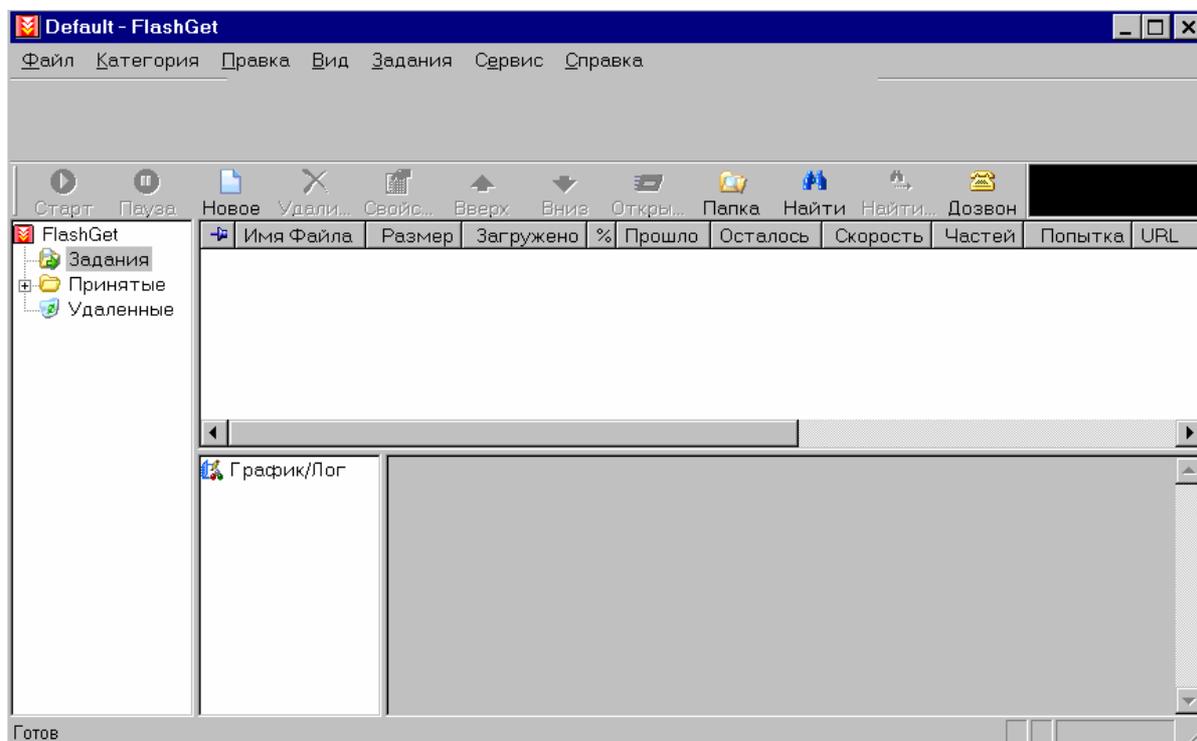


Рис. 5. Окно программы *Flash Get* до начала работы с программой

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. САПР: назначение, структура, перспективы развития
2. САПР: классификация
3. Аппаратные средства САПР
4. САПР: программы общего назначения
5. САПР: автоматизированное архитектурное проектирование
6. Программа ArchiCAD: назначение, возможности, принципы работы
7. САПР: расчетно-конструктивные комплексы
8. Программный комплекс «Бета» – «Радуга»: назначение, возможности, принципы работы
9. Программные комплексы «Stark_Es» – «ПРУСК», «Лири» – «Мономах»: назначение, возможности, принципы работы
10. Программа FEM models: назначение, возможности, принципы работы
11. Программы SCAD, PLAXIS, «Фундамент»: назначение, возможности, принципы работы
12. САПР: автоматизированное проектирование технологии и организации строительства
13. САПР: программы обеспечения системы контроля качества и экологии
14. САПР: мультимедийные технологии в строительстве
15. САПР: работа в глобальной сети Internet
16. Автоматизация системы управления строительной организацией
17. Вопросы разработки САПР
18. Приобретение САПР. Сопровождение программ

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Россоловский А.В. AutoCAD 2000: Настольная книга пользователя – М.: Нолидж, 2000. – 924 с.: ил.
2. STARK ES. Руководство пользователя: Программный комплекс для расчета пространственных конструкций на прочность, устойчивость и колебания – М.: Еврософт, 2002. – 322 с.: ил.
3. Омура Д. AutoCAD 2000. – М.: Лори, 1999. – 772с.: ил.
4. Мидлбрук М., Смит Б. AutoCAD 2000 для «чайников»: Учеб. пособие – М.: Вильямс, 1999. – 396 с.: ил.
5. Романычева Э.Т., Сидорова Т.М., Сидоров С.Ю. AutoCAD 14: Практическое руководство – М.: ДМК, 1998. – 446 с.: ил.
6. Красильникова Г., Самсонов В., Тарелкин С. Автоматизация инженерно-графических работ: AutoCAD 2000, КОМПАС-ГРАФИК 5.5, MiniCAD 5.1 – СПб.: ПИТЕР, 2000. – 255 с.: ил.
7. Романычева Э.Т., Трошина Т.Ю., Николаев А.В. Трехмерное моделирование в AutoCAD 14: AutoLISP – М.: ДМК, 1999. – 344 с.: ил.
8. Кудрявцев Е.М. AutoLISP: Программирование в AutoCAD 14 – М.: ДМК, 1999. – 365 с.: ил.
9. <http://sapr.info/index.html>
10. <http://www.scadgroup.com>
11. <http://raduga.by.ru>
12. <http://www.georec.spb.ru>
13. <http://www.freesoft.ru/>
14. <http://binocle.atlant.ru/files/>
15. <http://www.freesoft.ru/softlinks/catalog/>
16. http://www.download.ru/russian/programs/128_0.htm
17. <http://www.caddepot.com/>
18. <http://soft.mail.ru>
19. <http://www.cad.dp.ua>
20. Поисковые машины: <http://ya.ru>, <http://www.rambler.ru>, <http://www.all.by>, и т.д.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
КУРС ЛЕКЦИЙ	5
Введение в дисциплину. Автоматизированное проектирование	5
Классификация программного обеспечения. Обзор программных продуктов САПР	8
Аппаратные средства САПР. Программы общего назначения	12
Архитектурные САПР. ArchiCAD.....	16
Расчетно-конструктивные САПР. Комплекс «Бета» – «Радуга». Stark. FEM....	20
САПР технологии и организации строительства.....	31
САПР системы контроля качества и экологии.....	36
Мультимедийные технологии в строительстве. Работа с Internet.....	38
Автоматизированная система управления строительной организацией	46
Вопросы разработки и приобретения САПР	48
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	53
Лабораторная работа № 1. Создание проекта ArchiCAD. Часть I.....	53
Лабораторная работа № 2. Создание проекта ArchiCAD. Часть II	60
Лабораторная работа № 3. Создание проекта ArchiCAD. Часть III	65
Лабораторная работа № 4. ArchiCAD. Контрольная работа.....	67
Лабораторная работа № 5. Малые программы САПР	68
Лабораторная работа № 6. Программа «Радуга». Часть I	72
Лабораторная работа № 7. Программа «Радуга». Часть II.....	75
Лабораторная работа № 8. Программа «Бета»	77
Лабораторная работа № 9. Комплексная контрольная работа № 1.....	81
Лабораторная работа № 10. Программа FEM models. Часть I.....	82
Лабораторная работа № 11. Программа FEM models. Часть II	87
Лабораторная работа № 12. Программа FEM models. Контрольная работа	89
Лабораторная работа № 13. Комплексная контрольная работа № 2.....	89
Лабораторная работа № 14. Среда программирования Delphi. Создание простейшего Windows-приложения в среде программирования Delphi	90
Лабораторная работа № 15. Реализация алгоритмов, содержащих логический блок в среде программирования Delphi	96
Лабораторная работа № 16. Работа с ресурсами САПР в сети Internet	97
ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	101
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ	102

Учебное издание

**ОСНОВЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

для студентов специальности

1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Составитель

ВАСИЛЕВСКИЙ Андрей Викторович

Редактор А.Э. Цибульская

Дизайн обложки И.С. Васильевой

Подписано в печать 25.11.05. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 6,03. Уч.-изд. л. 5,44. Тираж 100. Заказ 1345.

Издатель и полиграфическое исполнение –
Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

ЛИ № 02330/0133020 от 30.04.04 ЛП № 02330/0133128 от 27.05.04

211440 г. Новополоцк, ул. Блохина, 29