

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО - СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра металлических конструкций и  
испытания сооружений

## **УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

по курсу «Компьютерные методы  
проектирования и расчета зданий»  
для студентов, обучающимся по  
направлению «Строительство»

Казань

2012

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<b>1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ</b> .....	7
1.1. Информационные технологии .....	7
1.2. Свойства информации .....	8
1.3. Виды работы с информацией .....	9
1.4. Специальные информационные системы в строительстве .....	10
<b>2. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА</b> .....	12
2.1. Порядок разработки и состав проектной документации .....	12
2.2. Проектные организации, развитие компьютерной технологии проектирования .....	13
2.3. Проектные функции .....	15
2.4. Понятие САПР, принципы построения .....	16
2.5. Структура САПР, обеспечивающие и проектирующие подсистемы ...	17
2.6. Задание на проектирование объектов .....	18
2.7. Распределение проектных работ .....	19
2.8. Изыскательские работы .....	20
2.9. Организационно-технологическая подготовка проектирования, планирование проектных работ .....	21
2.10. Технологические линии проектирования .....	24
<b>3. АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ</b> .....	26
3.1. ArchiCad .....	26
3.2. Autodesk Revit .....	29
3.3. Google SketchUp .....	30
3.4. Civil 3D .....	32
3.5. GeoniCS Топоплан-Генплан-Сети-Трассы-Сечения-Геомодель .....	34
3.6. GeoniCS Изыскания (RGS,RgsPl) .....	44
3.7. AllPlan .....	46
<b>4. ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ РАСЧЕТА КОНСТРУКЦИЙ</b> .....	56
4.1. ПК Лира .....	56
4.2. ПК SCAD Office .....	82
4.3. Мономах .....	105
4.4. Калипсо .....	107

4.5. STARK-ES .....	108
4.6. MicroFe .....	112
4.7. Robot Millennium .....	116
4.8. МАЭСТРО.....	120
<b>5. ПРОГРАММЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ.....</b>	<b>126</b>
5.1. ФОК-ПК, ФОК-ПК Ленточные фундаменты .....	126
5.2. Программы Фундамент .....	128
<b>6. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ .....</b>	<b>131</b>
6.1. ANSYS.....	131
6.2. NASTRAN .....	136
6.3. COSMOS.....	140
<b>7. ПРОГРАММЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА .....</b>	<b>144</b>
7.1. Программа ГЕКТОР: АРМ ППР .....	144
7.2. Microsoft Project.....	151
7.3 Гранд-Смета.....	154
<b>8. ПРОГРАММЫ РАЗДЕЛА БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....</b>	<b>156</b>
8.1 СИТИС ВИМ .....	156
8.2 СИТИС: Флоутек.....	157
8.3 "ТОКСИ" .....	159
8.4 НСИС ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ .....	161
<b>9. ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭКОЛОГОВ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ.....</b>	<b>163</b>
9.1 "УПРЗА Эколог".....	165
9.2 "Эколог-ШУМ" .....	167
9.3 "Шум вентсистем" .....	168
9.4 "Норма" .....	169
9.5 "Риски" .....	170
9.6 "Средние" .....	174
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	175
РЕКОМЕНДУМАЯ ЛИТЕРАТУРА ПО КУРСУ .....	176
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО КУРСУ .....	177

## ВВЕДЕНИЕ

Повышение роли информации и возможностей ее переработки с помощью вычислительной техники со второй половины XX века ставит перед человеком проблемы оценки эффективности использования информации, ее количества и качества в интеллектуальной деятельности человека. Невозможно напрямую связать материальные результаты труда с затратами умственных усилий. Пока не придумали единиц измерения этого труда. Мы довольствуемся экспертными оценками типа «человек стоит столько, сколько зарабатывает». Трудно оценить работу врача, артиста, художника, журналиста и многих других работников, занятых в информационных технологиях, в которых работа с информацией определяет успех дела в области создания духовных и материальных ценностей.

При подготовке специалистов в учебных заведениях количество предоставляемой им информации отражается составом изучаемых дисциплин, а качество информации – в оценках за обучение. В работе специалистов понятия количества и качества информации четко не разделяются, работа оценивается интегральным показателем качества этой работы.

В этих условиях все более актуальной становится необходимость разобраться в таких понятиях, как количество и качество информации, эффективность информационных технологий, соотношение целесообразных затрат интеллектуального труда и полученных в результате ценностей.

С развитием научно-технического прогресса повышается роль информационных технологий во всех отраслях народного хозяйства, в том числе и в строительстве, при разработке проектной документации, при управлении строительным производством. Хорошо продуманные и успешно реализованные проектные решения дают возможность создавать надежные, безопасные и эффективно функционирующие сооружения.

Данная работа подготовлена автором для студентов специальности «Промышленное и гражданское строительство» с учетом опыта преподавания дисциплин «Информационные технологии проектирования», «Основы автоматизированного проектирования» и «Системный анализ и моделирование систем в строительстве».

Курс «Компьютерные методы проектирования и расчета» включает общие сведения о программах по профессиональным дисциплинам направления «Строительство» и дипломному проектированию, квалификационным работам и магистратуре.

Сведения о прикладных программах наиболее полно приведены в инструкциях для пользователя, однако, при изучении курса студенту

трудно найти описание программ и тем более – изучить их в требуемом объеме.

Целью пособия является восполнение пробела по курсу, для изучения которого нет учебников. Еще более актуален этот вопрос для студентов-заочников, которые теперь могут получить пособие по интернету.

При выполнении курсовых проектов и квалификационных работ студенты все чаще полностью или частично выполняют их с помощью программных комплексов(ПК). И, как правило, в требованиях к специалистам, принимаемым на работу в проектные организации в качестве инженеров-конструкторов, звучит вопрос о знании программных средств для расчета и проектирования зданий и конструкций.

В данном пособии рассмотрены наиболее применяемые в проектных организациях ПК, с тем, чтобы студенты уже изучали и применяли программы, на которых они будут работать после окончания университета.

# 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

## 1.1 Понятие об информационных технологиях

Информационные технологии представляют собой технологические процессы сбора, обработки и передачи данных для получения новой информации, используемой в материальном производстве. Информация в таких технологиях является исходным сырьем, а также конечной продукцией производства.

Развитие научно-технического прогресса приводит к интенсивному росту объема информации. Ее объем удваивается каждые десять лет. Изобретение и совершенствование вычислительной техники, позволяющей хранить и быстро обрабатывать огромные массивы информации, способствовало повышению эффективности и развитию информационных технологий, повышению их роли во всех отраслях народного хозяйства. Человеческое общество интенсивно развивается – от индустриального, с его научно-техническим прогрессом, к постиндустриальному – с развитием сферы обслуживания, и далее, – к информационному обществу (рис.1.1.). Такое общество характеризуется тем, что в нем главным продуктом производства являются знания, информация, информационные услуги. И все отрасли, связанные с их производством, растут более быстрыми темпами, доминируют в экономическом развитии стран. Информация становится ресурсом страны, который не истощается со временем, как другие материальные ресурсы, а наоборот, возрастает и становится показателем уровня страны.

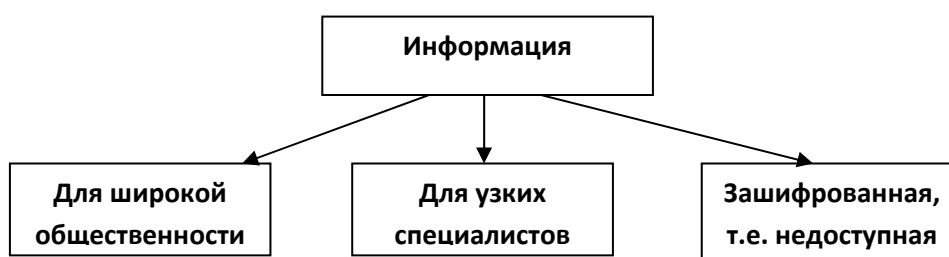


Рис. 1.1. Разновидности информации

Наша страна пока находится на уровне постиндустриального общества, но опыт передовых стран показывает, что мы неизбежно придем к информационному обществу. Доля населения, занятого в информационных технологиях во всем мире, имеет тенденцию к росту и уже сейчас составляет более 50 %.

## 1.2 Свойства информации

Разновидности информации, связанные с определением и степенью доступности, уже рассмотрены ранее. Здесь укажем на те свойства информации, которые имеют большое значение для применения в информационных технологиях. Основные из них следующие.

*Нематериальность информации.* Информация нематериальна, однако при различном ее использовании, она может оказывать большое влияние на эффективность материальных процессов и, более того, сама может обмениваться на материальные ценности.

*Субъективность информации.* Ее значение зависит от субъекта, обладающего информацией, от его профессиональной готовности к работе с информацией. Субъективность информации всегда относительна, и при переработке может становиться объективной в различной степени.

*Различная ценность информации, зависящая от ее полезности для решения конкретных задач.* Возможно старение информации или изменение актуальности ее использования.

*Независимость содержания информации от способов ее получения, представления и передачи,* которые могут вносить искажения в информацию, отражаться на ее достоверности и полноте.

*Условность разделения понятий количества и качества* в оценке информации. Полная, подробная, достоверная и представительная по количеству сообщений информация получает более высокую оценку качества, чем информация отрывочная и неполная.

*Неподчинение информации законам математической логики* (законам аддитивности, коммуникативности, ассоциативности). Содержание и смысл информации зависят от полноты и последовательности отдельных сообщений, от их взаимной зависимости и влияния на цели работы с информацией. Комплекс сообщений обладает свойством целого быть больше простой суммы составляющих.

Заметим, что свойства информации являются свойствами абстрактных систем, создаваемых человеком в теории системного анализа для обоснования принимаемых решений. Основные принципы системного подхода – принципы цели, целостности и сложности, справедливы и для информационных систем.

Например, для книги, являющейся источником информации для читателя, принцип цели реализуется общей направленностью ее содержания, отраженной в названии книги. Цель книги как системообразующего фактора – определить состав глав и разделов как элементов системы. Принцип целостности проявляется в выделении книги из общего массива книг и во взаимодействии всех глав между собой в сознании читателя, что и обеспечивает формирование нового качества – общего впечатления от прочитанной книги, которого нет у отдельных глав как элементов системы.

Наконец, принцип сложности проявляется в иерархическом построении структуры книги. Иерархия элементов книги следующая: символ (буква, знак), слово, предложение, абзац, глава, книга.

### 1.3 Виды работы с информацией

Создание теории информации исторически связано с потребностями в решении проблем передачи информации по различным каналам связи. Этим проблемам посвящены работы Н. Винера, А. Н. Колмогорова, К.Шеннона. Простейшая схема передачи информации по каналам связи показана на рис. 1.2.

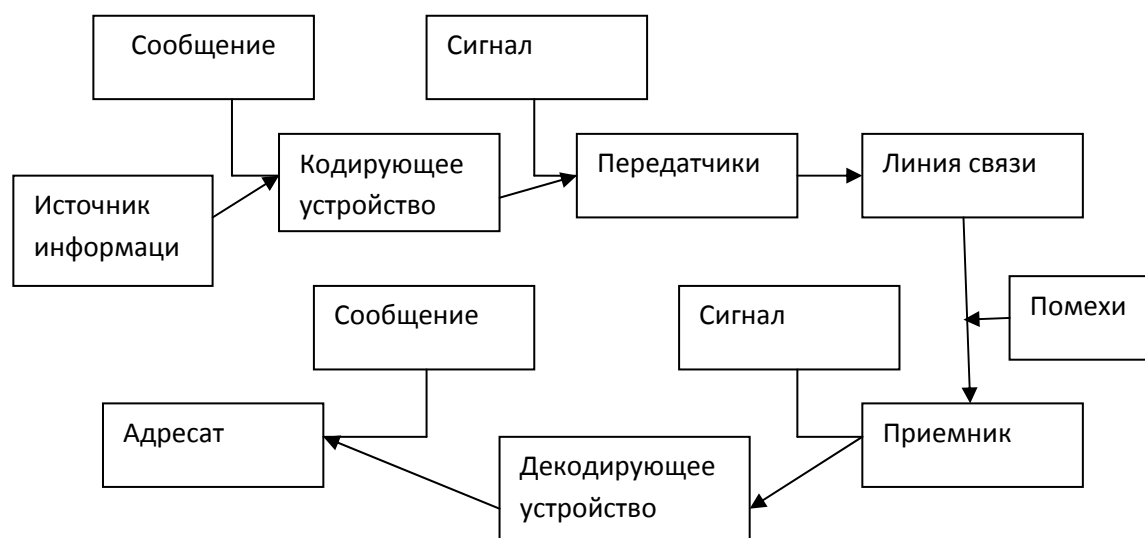


Рис. 1.2. Схема передачи информации

Источник информации передает ее адресату в виде сообщений, которые кодируются специальными устройствами для компактной передачи сигналами по линиям связи. После приема сигналов, их декодирования и устранения помех сигналы преобразуются в сообщение для адресата.

В общем случае работа с информацией представляет собой следующие разновидности.

**1. Получение информации.** Этот процесс является следствием наблюдения за окружающими предметами, явлениями природы, исследования их взаимосвязей. Информация может быть получена из системы хранения или по каналам связи от другого источника информации.

**2. Передача информации.** Как видно из схемы передачи информации (см. рис.1.2), процедура передачи включает в себя кодирование и декодирование сигналов, передачу и прием сигналов, передачу сигналов по каналам связи – электрическим, электромагнитным, световым, механическим, звуковым, с помощью провода, световода или без их использования.



**3. Переработка информации.** В информационных технологиях переработка информации осуществляется получателем информации (адресатом) в соответствии с задачами этих технологий, с применением или без применения средств автоматизации. В современных технологиях для этой цели используется вычислительная техника четвертого и пятого поколений с большой памятью и скоростью проведения операций.

**4. Использование информации.** Конечной целью всех видов работ с информацией является ее использование в конкретных производственных или политических процессах – начиная от создания этих процессов (проектирования), их организации и управления процессами, до получения нужного результата.

**5. Хранение информации.** Как важный ресурс информационного общества информация требует бережного отношения к своей сохранности и готовности к использованию. Фиксируется и хранится информация на различных носителях, которыми могут быть:

- бумажные - печатные издания, рукописные работы;
- пленочные - кинофильмы, диапозитивы;
- пластмассовые - диски, пластины;
- магнитные - диски, ленты;
- оптические - лазерные компакт-диски;
- биологические - в растительном и животном мире.

## 1.4 Специальные информационные системы в строительстве

Системы автоматизированного проектирования (САПР) представляют собой комплексы средств по работе с информацией, с помощью которых проектные организации создают информационные модели объектов строительства в виде проектно-сметной документации.

Принципиальная структура САПР показана на рис.1. 3.

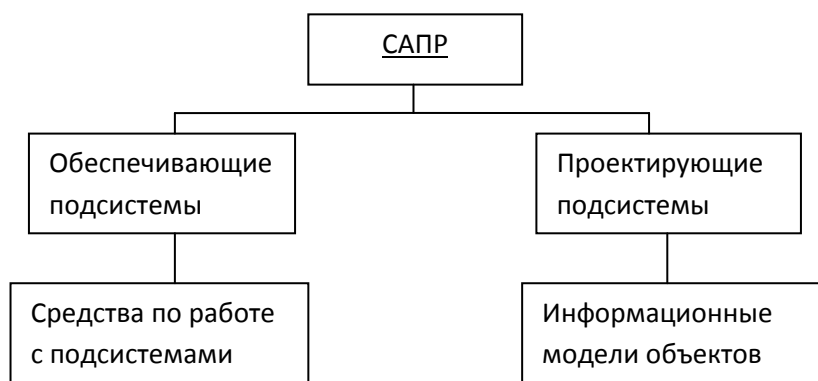


Рис.1.3. Структура САПР

Средства по работе с информацией включают в себя все виды обеспечения проектного процесса – технические, математические, программные, методические, лингвистические, информационные и организационные. В литературе встречается разделение этих видов обеспечения на постоянный (жесткий - *hardware*) и переменный (мягкий - *software*) вид.

Постоянное обеспечение включает в себя, главным образом, техническое оборудование, вычислительную технику со всеми средствами механизации; переменное – это программные и другие виды обеспечения, все, что оперативно можно менять и применять на этой технике в зависимости от решения конкретных задач.

Проектирующие подсистемы предназначены для создания информационных моделей объекта во всех частях проектно-сметной документации, технологической, архитектурно-строительной, инженерных сетей и оборудования, организации строительства, технико-экономической.

Автоматизированные системы управления (АСУ) представляют собой развитие блоков принятия и реализации решений в информационной системе для руководителей производства. Информация, поступающая из САПР для АСУ, является исходной и обеспечивает весь процесс создания объекта строительства.

## 2. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА.

### 2.1 Порядок разработки и состав проектной документации

Порядок разработки и состав проектной документации изложены в строительных правилах СП 11-101-95.

Разработка проектной документации на строительство объектов осуществляется на основе утвержденных обоснований инвестиций в строительство этих объектов.

Основным проектным документом на строительство является технико-экономическое обоснование - проект - первая стадия разработки проектной документации (рис.2.1).

В одну стадию проект разрабатывается для простых типовых объектов или объектов, строящихся по документации повторного применения. Производится привязка проекта к местным условиям, согласование, экспертиза, утверждение и выдача проекта. Для уникальных сооружений проект является первой стадией разработки документации, а после его утверждения на второй стадии разрабатывается рабочая документация.

Информационная технология проектирования представляет собой процесс создания прогностической информационной модели объекта будущего строительства (нового или реконструируемого). Проект, как информационная модель объекта строительства, разрабатывается в виде технической документации, имеющей определенную структуру, форму и содержание.

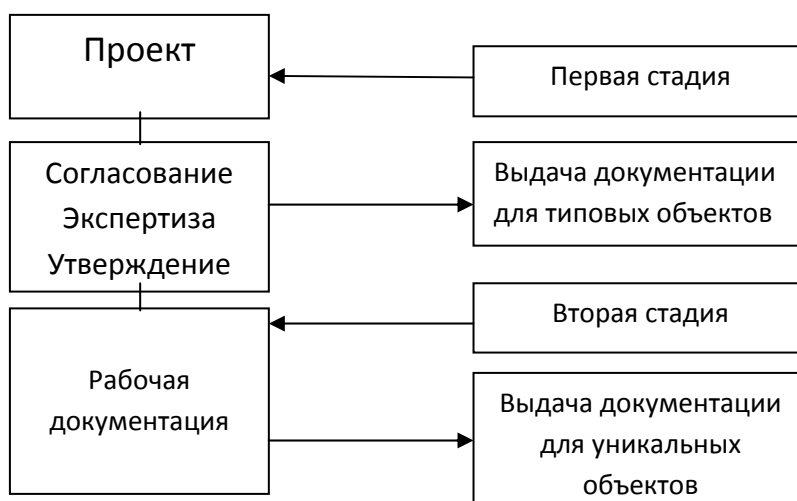


Рис.2.1. Стадии разработки проектной документации

Примерная структура проекта на рис. 2.2.



Рис.2.2. Структура проектной документации

## 2.2 Проектные организации, развитие компьютерной технологии проектирования

Система организации проектирования в крупных проектных институтах может быть трех видов: функциональная, комплексная и смешанная.

*Функциональная* система организации проектирования (рис. 2.3.) ориентирована на выполнение отдельных частей проекта в соответствующих отделах проектной организации (института). Проекты в таких организациях выполняют, главным образом, для объектов промышленного строительства, а координацию работы отделов осуществляет главный инженер проекта (ГИП) и главные специалисты.

*Комплексная* система организации проектирования (рис. 2.4.) включает ряд специализированных мастерских, каждая из которых работает по схеме функциональной организации. Объектами проектирования здесь являются здания и сооружения городской застройки, жилые здания, общественные здания культуры, спорта, здравоохранения. Координацию

работы над проектами этих объектов осуществляет главный архитектор проекта (ГАП).

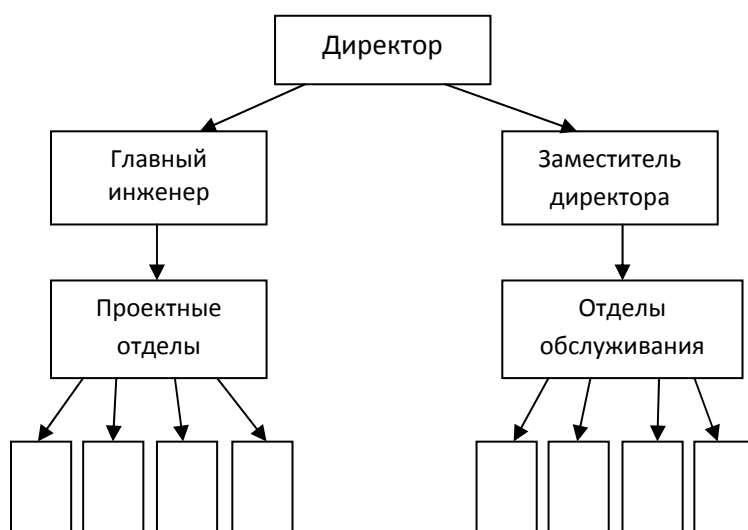


Рис.2.3. Функциональная структура организации

Смешанная организация проектирования чаще применяется в мелких проектных организациях.

Развитие автоматизации проектирования происходило в несколько этапов. На первом этапе основной процесс автоматизации осуществлялся в общем вычислительном центре с единой системой обслуживания. Применялся *пакетный режим* работы проектировщиков с вычислительной машиной, при котором проектировщик готовил пакет документов с исходными данными, а вводил эти данные и получал распечатку документов на ЭВМ – оператор. Если результаты расчета не устраивали проектировщика, процедура повторялась.

На втором этапе автоматизация проектирования развивалась по пути оборудования автоматизированных рабочих мест (АРМ) на основе персональных ЭВМ, установленных в отделах и мастерских. Проектировщики получали непосредственный доступ к вычислительной технике для работы в *диалоговом режиме*, что существенно сократило процедуру проектирования, но потребовало повышения квалификации проектировщиков.

Третий этап характеризуется созданием в проектных организациях локальных информационно-вычислительных сетей (ЛИВС) с единой информационной базой для всех АРМ.

В перспективе, использование единой информационной базы целесообразно как в проектной, так и в строительной организации, так как позволит перейти к *безбумажной технологии* проектирования и управления строительным производством. Опыт такой организации работ уже имеется в передовых строительных фирмах Германии, США, Японии.

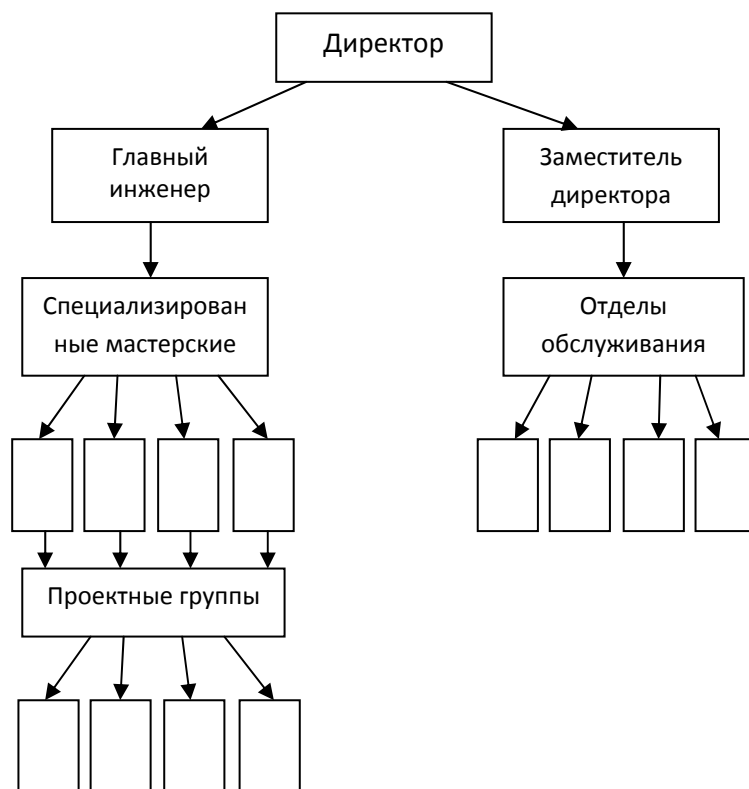


Рис.2.4. Комплексная структура организации

Проектно-строительные фирмы имеют возможность выполнять проектные и строительные работы параллельно, оперативно менять проектные решения с учетом возможностей строительства, что сокращает его сроки и повышает качество работ.

### 2.3 Проектные функции

Проектными функциями являются характерные виды работ, которые обеспечивают достижение общих целей и задач проектной деятельности в инвестиционном комплексе страны. К проектным функциям относятся следующие регулярно и последовательно выполняемые в проектной организации виды проектной деятельности.

1. Выбор подрядчика – участие в торгах (тендерах) подряда на проведение проектных работ, оценка и выбор субподрядной организации.
2. Разработка заданий на подготовку проектной документации.
3. Организационно-технологическая подготовка проектирования.
4. Информационное обеспечение проектных работ.
5. Разработка проектных решений.
6. Формирование проектной документации.
7. Согласование проектной документации.
8. Экспертиза (внешняя оценка) проектной документации.

9. Утверждение (рассмотрение, одобрение) проектной документации.

10. Хранение, тиражирование, ведение проектной документации.

Кроме указанных видов работ, проектные организации могут выполнять специальные виды проектной деятельности в тех объемах, которые могут возникать на отдельных этапах инвестиционного цикла. Это следующие виды работ.

1. Проведение маркетинговых исследований по определению потребностей рынка в предполагаемой к выпуску продукции.

2. Выбор и согласование площадки для строительства.

3. Прогнозирование экологических последствий строительства.

4. Проведение социально-экономических и демографических исследований при обосновании строительства.

5. Проектирование нестандартного оборудования и механизмов.

6. Анализ эксплуатационных показателей проектируемых объектов.

7. Разработка проектов производства работ (ПНР).

8. Проведение авторского надзора за строительством.

9. Участие в приемке объекта в эксплуатацию.

10. Подготовка исполнительной документации и помощь в организации эксплуатации объектов.

## **2.4 Понятие САПР, принципы построения**

Системы автоматизации проектных работ (САПР) представляют собой комплексы технических средств и организационных подразделений, позволяющих осуществлять автоматизированное проектирование объектов строительства. В проектных организациях отделы службы САПР подчинены главному инженеру. Под его руководством создается САПР с соблюдением следующих основных принципов.

*Системное единство САПР.* Принцип состоит в том, что САПР представляет собой систему взаимосвязанных элементов, обеспечивающих целостность системы и направленных на достижение общей цели функционирования. Наибольший эффект от САПР достигается при комплексной (сквозной) автоматизации проектирования на всех уровнях с реализацией системного подхода к решению задач проектирования.

*Принцип развития.* САПР – развивающаяся система. Она должна функционировать с учетом пополнения, совершенствования и обновления всех ее компонентов.

*Совместимость компонентов САПР.* В системе должна быть обеспечена лингвистическая, математическая, программная, информационная, организационная и техническая совместимость всех компонентов для того, чтобы они могли взаимодействовать между собой.

*Стандартизация САПР.* Принцип заключается в унификации, типизации и стандартизации параметров для всех компонентов САПР, в

регламентации порядка работы с информацией в процессе сбора, обработки и хранения.

*Модульный принцип построения САПР.* Принцип обеспечивает блочную структуру подсистем с независимой и автономной работой отдельных блоков. Это облегчает контроль над работой блоков, выполнение ремонтных работ с оперативной заменой блоков при обнаружении неисправностей.

## 2.5 Структура САПР: обеспечивающие и проектирующие подсистемы

Обеспечивающие подсистемы (рис. 2.5.) осуществляют следующие виды обеспечения процесса проектирования:

– *техническое* – комплекс технических средств получения, ввода, обработки, вывода, передачи данных, отображения и архивации данных проектирования. В качестве технических средств используются все виды ЭВМ и сопутствующего оборудования.

– *математическое* – методы, математические модели и алгоритмы для проектирования строительных объектов.

– *лингвистическое* – алгоритмические языки программирования, специальные языки для формирования команд управления работой вычислительной техники и средств автоматизации в определенных системах.

– *информационное* – постоянная информация в базе данных и базы знаний из строительных норм, инструкций и рекомендаций, используемая при проектировании.

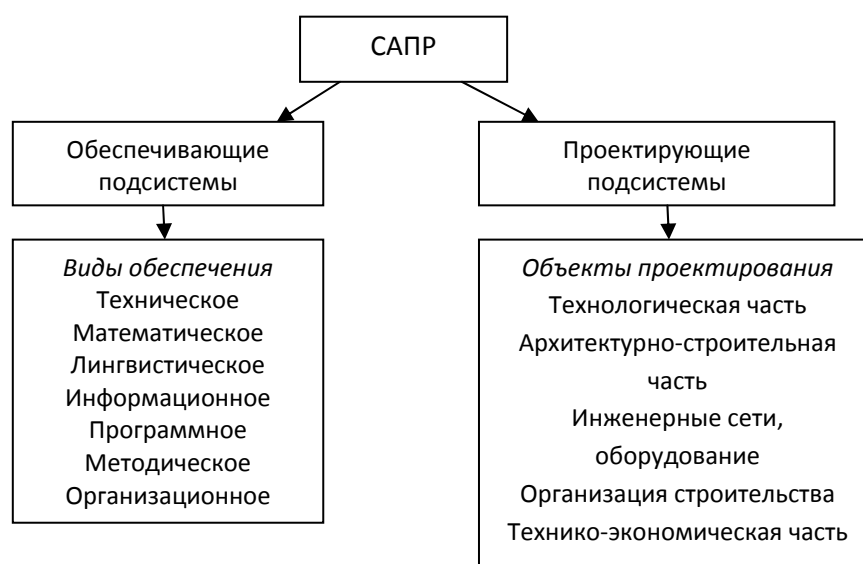


Рис. 2.5. Структура САПР



– *программное* – общесистемные и прикладные программы, программные комплексы для проектирования, выполнения расчетов и формирования проектной документации.

– *методическое* – методическая документация по использованию средств автоматизированного проектирования, руководства пользователя программных комплексов.

– *организационное* – сотрудники служб и отделов САПР, документация по штатной структуре и функциональным обязанностям сотрудников. Проектирующие (функциональные) подсистемы (см. рис. 5) по составу соответствуют разделам и частям проектно-сметной документации как объектам проектирования.

В зарубежной литературе структура САПР чаще представляется как совокупность двух подсистем:

Hardware - все технические средства САПР.

Software - все остальные средства, не связанные с техникой, и программное обеспечение.

Заметим здесь, что вычислительная техника, все технические средства, представляют собой примерно 10-15 % общей стоимости средств автоматизации. Главную стоимость – до 90 %, составляют программные средства САПР, используемые при проектировании различных объектов строительства и определяющие его эффективность.

## **2.6 Задание на проектирование объектов**

Задание на проектирование содержит в документированной форме основные характеристики и показатели проектируемого объекта, отражающие обоснованные концепции, требования и пожелания заказчика. Задание является частью юридического соглашения (договора) на проектирование объекта, включая в себя основные исходные данные, требования к качеству проектной документации. Установлены три вида заданий на проектирование:

- а) задание на проектирование объекта строительных инвестиций;
- б) задание на проектирование специальных систем (функциональных, инженерных) зданий и сооружений;
- в) задание на разработку оборудования индивидуального изготовления.

*Задание на проектирование объекта* составляется заказчиком проектной документации в соответствии с положениями СНиП 11-01-95 с участием проектной организации на основании утвержденных материалов обоснований инвестиций.

*Задание на проектирование объектов производственного назначения* включает перечень основных данных и требований:

- основание для проектирования;

- вид строительства;
- стадийность проектирования;
- требования по вариантной и конкурсной разработке;
- особые условия строительства;
- основные технико-экономические показатели объекта (мощность, производительность, производственная программа);
- требования к качеству, конкурентоспособности, к экологическим последствиям производства;
- требования к технологии, режиму предприятия;
- требования к архитектурно-строительной части объекта, к объемно-планировочному и конструктивному решениям;
- выделение очередей строительства и пусков комплексов расширения;
- требования к разработке природоохранных мер, к режиму безопасности и гигиены производства, по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям.

К заданию прилагается обоснование инвестиций, решение о согласовании участка строительства, технические условия на присоединение к инженерным сетям, имеющиеся данные материалов изысканий.

*Задание на проектирование объектов жилого и гражданского назначения* содержит:

- п.п. 1-5 такие же, как указаны для производственных зданий;
- в п. 6 указывается назначение зданий (жилых и общественных), этажность, число секций и квартир, вместимость, площадь и др.;
- в п. 7 указывается назначение и типы встроенных в жилой дом предприятий общественного обслуживания, их мощность, площади, объем;
- в п.п. 8, 9 содержатся основные требования к архитектурно-планировочным и конструктивным решениям, условиям блокировки, отделки, рекомендуемые типы квартир и их соотношение. Излагаются также требования к инженерному и технологическому оборудованию, по обеспечению условий жизнедеятельности имущественных групп населения, благоустройству, гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям.

Задание на проектирование специальных систем и на разработку оборудования составляется генеральным проектировщиком и специализированной субподрядной организацией.

Составленные задания на проектирование согласовываются со всеми субподрядными проектными организациями и затем утверждаются заказчиком.

## **2.7 Распределение проектных работ**

Организация проектных работ осуществляется руководством проектного института (организации, фирмы). Планово-производственный отдел анализирует поступившие заявки и готовит предложения по рас-

предделению работ между проектными подразделениями. По указанию главного инженера института производится проверка обеспеченности проектирования объектов необходимыми исходными данными. В перечень исходной информации входят следующие документы:

- задание на проектирование;
- решение местной администрации о выделении участка для строительства объекта;
- топогеодезическая съемка участка строительства;
- технические условия на подключение к различным инженерным сетям, на проектирование примыкающих дорог;
- имеющиеся материалы по инженерно-геологическим и другим изысканиям для строительства.

По каждому объекту назначается главный инженер (архитектор) проекта, в обязанности которого входит координация всех видов работ с проектной документацией на этот объект.

Основные виды работ и исполнители показаны на рис.2.6.

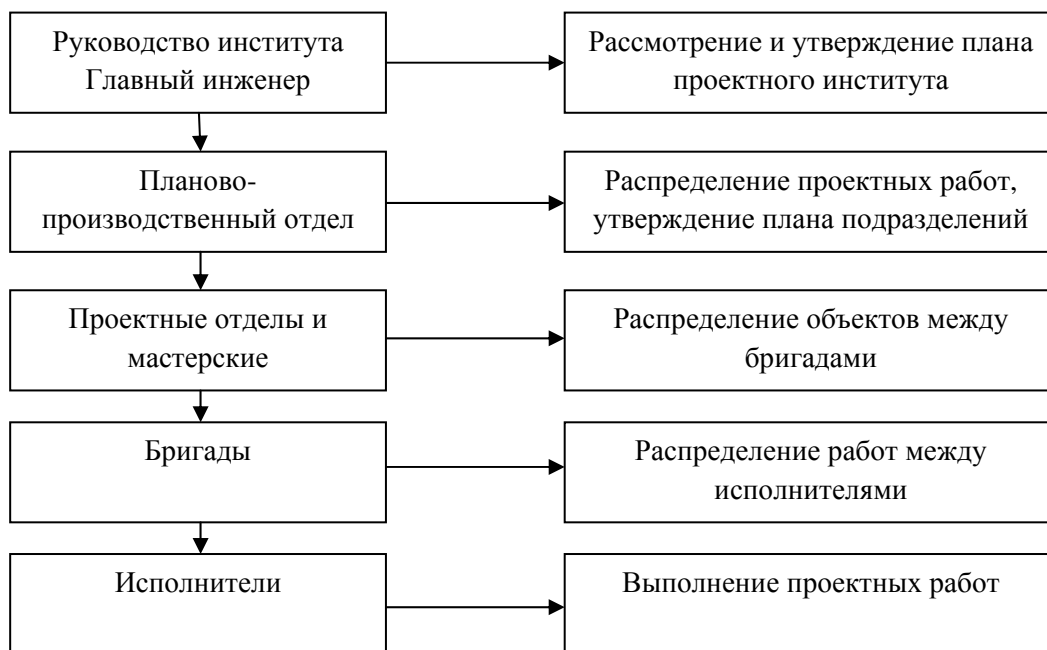


Рис.2.6. Распределение проектных работ по исполнителям

## 2.8 Изыскательские работы

Материалы инженерных и технико-экономических изысканий являются важной исходной информацией для проектирования объектов и составляют примерно треть общего объема проектно-изыскательских работ.

Производятся следующие изыскания.

*Топографо-геодезические изыскания* выполняются для получения данных о границах участка, его геодезической привязки, рельефе мест-

ности, расположении на участке зданий и сооружений, растительности, дорог, водоемов. Топографические карты местности составляются в масштабах для проекта – 1:5000-1:2000, для рабочей документации – 1:500-1:100.

*Геологические и гидрогеологические изыскания* включают данные о характере и несущей способности грунтов, о гидрологических условиях местности. Геологические изыскания проводят методом бурения скважин и закладки шурфов, а для высотного строительства и слабых грунтов: забивают и погружают пробные сваи. В результате исследования должны быть получены сведения о физико-механических свойствах грунтов с доверительной вероятностью не ниже 0,95; данные о подземных водах, о подземных процессах в зоне строительства.

*Гидрометеорологические изыскания* проводятся в целях изучения поверхностных вод и климата. В них содержатся сведения о реках и водоемах, изменении в них уровня воды, возможности ее использования для производственных и бытовых целей. В процессе климатологических изысканий получают данные о температуре воздуха и ее изменениях, осадках, направлении и скорости ветра в различное время года.

Особую группу составляют *технико-экономические изыскания*, которые направлены на изучение экономических условий района строительства, выявление возможностей использования местных материалов для будущего строительства, обеспечение его электроэнергией, водой, транспортом, трудовыми ресурсами, определение возможностей существующей производственной базы строительных организаций.

Изыскательские работы для проектирования выполняют в основном специальные местные изыскательские организации, получающие задание от проектных организаций. В некоторых проектных организациях эту работу выполняют имеющиеся в их составе изыскательские отделы (группы).

## **2.9 Организационно-технологическая подготовка проектирования, планирование проектных работ**

Организационно-технологическая подготовка проектирования осуществляется в целях формирования оптимальных технологических процессов проектирования, кадрового и материально-технического обеспечения высокого качества проектной документации. При подготовке проектирования разрабатываются:

- а) типовые и рабочие технологические процессы на проектирование объектов и всех их элементов;
- б) нормативы на проектирование работ, на их материально-техническое обеспечение;

в) формы документации по всем видам работ.

*Типовой* технологический процесс разрабатывается на основе анализа множества действующих известных процессов проектирования типовых и наиболее часто встречающихся в практике объектов проектирования, с учетом опыта конкретной проектной организации.

*Рабочий* технологический процесс разрабатывается на конкретные объекты капитального строительства, включенные в план проектно-исследовательских работ, в условиях информационного обеспечения конкретной проектной организации. По сути – это комплекс технологических операций на выполнение всех видов проектных работ.

Технологический процесс проектирования является основой для определения:

- состава и последовательности проектных работ;
- способов и методов проектирования;
- состава информационного обеспечения;
- номенклатуры технических и программных средств;
- состава и квалификационного уровня проектировщиков;
- трудоемкости, продолжительности и стоимости проектирования.

Нормативы на проектные работы разрабатываются исполнителем проектных работ под руководством главного специалиста проектной организации, при участии специалистов обслуживающих подразделений.

В ходе нормирования определяются показатели технологических процессов:

- а) затраты труда (трудоемкость);
- б) затраты материально-технических ресурсов;
- в) потребности в информационном обеспечении;
- г) потребности в кадровом обеспечении (состав бригад, квалификация);
- д) затраты времени на проектирование.

Результатом нормирования являются *нормативы* для типовых технологических процессов и *нормы* для рабочих процессов. Рекомендации по разработке нормативов приведены в методическом руководстве.

Из документации по технологической подготовке проектирования основными являются технологические карты (табл. 2.1) и календарный план (график) выполнения проектных работ, построенный по данным рабочих технологических процессов.

*Таблица 2.1.*

**Форма технологической карты к проектированию**

№ п/п	Технологические операции проектирования	Единица измерения	Квалификация исполнителей	Нормативная трудоемкость

Пример календарного плана проектирования здания приводится в табл.2.2.

Таблица 2.2.

### Календарный план проектирования здания

Части проекта	Трудо- емкость, чел.-дн	Количе- ство че- ловек	Продол- житель- ность, дн	Дни выполнения работ					Примечания
				1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	
Архитектурно- планировочны е решения	$T_1=10$	$n_1=2$	$t_1=5$	$t_1$					Координацию работ осуществ- ляет ГИП
Конструкции	$T_2=30$	$n_2=3$	$t_2=10$		$t_2$				
Инженерные сети	$T_3=15$	$n_3=3$	$t_3=5$			$t_3$			
Организация строительства	$T_4=10$	$n_4=2$	$t_4=5$				$t_4$		
Сметы, спецификации	$T_5=20$	$n_5=2$	$t_5=10$					$t_5$	
$T_0=85$				$t_0=25$ дн.					

Общая трудоемкость проектирования составляет:

$$T_0 = \sum_{i=1}^5 T_i = 85 \text{ чел.} - \text{дн.}$$

Координацию, согласование всех видов работ осуществляет главный инженер (главный архитектор) проекта, он же определяет возможность одновременного проведения работ.

Большое значение для подготовки к проектированию имеет создание в проектной организации необходимой информационной базы. На уровне проектной организации информационное обеспечение проектирования осуществляется отделом научно-технической информации. На уровне проектных отделов информационное обеспечение осуществляется специалистами-проектировщиками, которые собирают, анализируют и хранят информацию, каждую – по своему направлению.

Итогом подготовки проектирования является составление сметы на выполнение проектных работ, в смете уточняется стоимость проектирования, представленную в предложении к конкурсным торгам.

## 2.10 Технологические линии проектирования

Технологической линией проектирования (ТЛП) является организационно-техническая система, которая объединяет комплекс специали-

зированных структурных подразделений проектной организации, обеспечивающий оперативную и высокоэффективную разработку проектно-сметной документации поточным методом в условиях нормированной технологии.

Технологические линии проектирования появились в результате обобщения опыта автоматизации проектных работ. Опыт показал, что для повышения эффективности проектирования необходимы коренные изменения организации проектных работ. Такие изменения нашли отражение в следующих особенностях организации проектирования.

Проектные работы выполняются поточным методом, с линейной последовательностью отдельных видов работ, без возвращения к ранее выполненным частям проекта.

Проектная документация выполняется с объектной привязкой к определенным типам зданий с разрешенными вопросами согласования между отдельными частями проекта.

Все части проекта, элементы зданий получают кодированное (цифровое) описание, с последующей внутримашинной передачей информации на всех этапах разработки проектно-сметной документации.

Выполнение проектных работ осуществляется с жесткой последовательностью всех процедур в условиях нормированной технологии, с нормированными затратами всех ресурсов.

Технологическим нормированием проектных работ занимается специальный отдел в структуре проектных организаций с ТЛП.

Первые ТЛП были созданы в Киеве в 1970 г. – это ТЛП крупнопанельного домостроения (ТЛП КПД) и ТЛП КОРТ.

Функциональная структура ТЛП представлена на рис.2.7.

Проектно-сметная документация на ТЛП оформляется на машинных и бумажных носителях.

К настоящему времени разработаны и функционируют, кроме ТЛП, КПД и КОРТ – технологические линии проектирования [15]:

ТЛП жилища – для разработки типовых зданий и блок-секций, для разработки индивидуальных проектов;

АТЛП МНИИТЭП – для проектирования крупнопанельных жилых домов, общественных зданий;

ТЛП промзданий – для проектирования промышленных зданий, их инженерных сетей, организации строительства и смет.

Эксплуатация ТЛП показала высокую эффективность их применения в строительстве, что подтверждается следующими показателями:

- снижение общей себестоимости проектирования на 3-8 %;
- снижение заводской себестоимости изготовления элементов на 3-8 %;
- сокращение числа марок элементов с 350-500 до 18-120;
- снижение общих трудозатрат на 8-12 %;

– снижение заводских трудозатрат на 15-35 %.

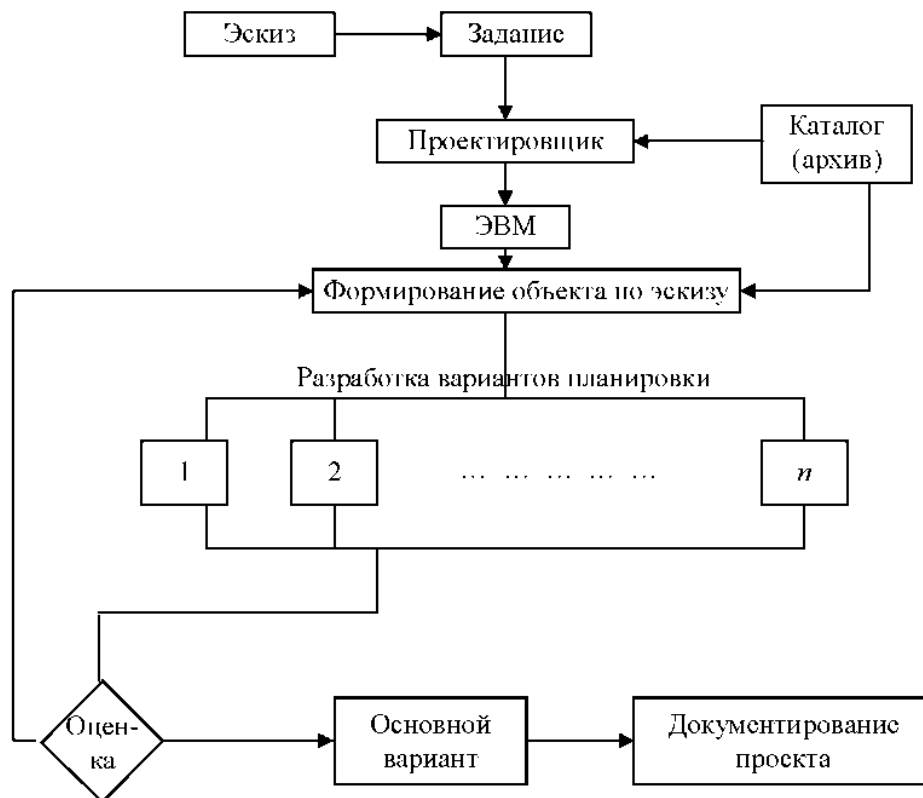


Рис.2.7. Функциональная структура ТЛП КПД



## **3. Архитектурно - строительные программы.**

### **3.1 ArchiCAD**

ArchiCAD базируется на концепции «виртуального здания», впервые разработанной компанией Graphisoft еще в 1984 году. Из года в год, от версии к версии, все мощнее и удобнее становится пакет, совершенствуются инструментальные средства и методы работы с ними, но его основополагающая идея остается неизменной.

В соответствии с концепцией «виртуального здания» архитектору предоставляется полный набор ориентированных на архитектурно-строительное проектирование специализированных инструментов, при помощи которых создается «виртуальное здание» – объемная модель, соответствующая реальному зданию, но существующая только в памяти компьютера. Из этой виртуальной модели извлекается разнообразная информация:

- чертежи (поэтажные планы, разрезы и фасады, узлы и детали и т. п.);
- результаты расчета количественных показателей (ведомости, спецификации, экспликации и т. п.);
- презентационные материалы (фото, реалистические изображения, анимационные фильмы, сцены виртуальной реальности);
- файлы различных форматов для обмена данными со смежниками, заказчиками, консультантами и другими участниками процесса проектирования, пользующимися другими программами (AutoCAD, Microstation, 3D Studio и др.).

«Виртуальное здание» позволяет работать не с отдельными, никак не связанными между собой чертежами, а с моделью реального здания, где все элементы тесно взаимодействуют друг с другом, благодаря чему все изменения, вносимые в проект, автоматически отображаются и в документации.

Такой подход позволяет уже на ранних этапах проектирования обнаружить и устранить большинство проблем, которые обязательно проявились бы на более поздних этапах проектирования или, что еще хуже, на строительной площадке.

Кроме того, концепция «Виртуального здания» гарантирует, что все чертежи точно соответствуют друг другу, поскольку представляют собой разные способы отображения одной и той же модели, а не отдельные, не связанные друг с другом изображения.

#### **3.1.2 Параметрические конструкции**

Важнейшей особенностью пакета ArchiCAD является то, что, работая с ним, пользователь имеет дело не с набором чертежных элементов, а с привычными строительными конструкциями: стенами, окнами, перекрытиями, крышами и т. д. Все создаваемые конструкции являются

параметрическими (т. е. описываются набором характерных для них параметров) и, следовательно, в любой момент могут быть отредактированы изменением их параметров. При этом, каждый конструктивный элемент несет в себе всю информацию для представления его на чертежах и в объемной модели, а также для учета его свойств в сметах.

Так, например, стена в ArchiCAD – не просто две параллельные линии со штриховкой между ними, а полностью параметрический объект, обладающий характерными только для него качествами (например, для стен – это способность бесшовно сопрягаться с другими стенами, возможность вставки окон и дверей) и содержащий в себе все необходимые данные (геометрические размеры, типы линий и штриховки для изображения на планах и разрезах, материалы наружной, внутренней и торцевой поверхностей, сведения о площадях поверхностей и об объеме стен для вычисления расхода строительных материалов и т. д.)

### **3.1.3 Объектная технология ArchiCAD**

Вместе с ArchiCAD поставляется обширная библиотека разнообразных объектов, применяемых в процессе проектирования. В стандартную библиотеку входит более 1000 разнообразных элементов – окна и двери, строительные конструкции, мебель и светильники, элементы оформления чертежей и визуализации. Еще несколько тысяч элементов можно приобрести отдельно. Множество объектов можно загрузить из сети Интернет (в том числе и бесплатно). Однако, главной особенностью библиотек ArchiCAD является не многообразие Библиотечных элементов, а используемая при работе с ними технология.

В основе объектной технологии ArchiCAD лежит Язык геометрических определений (GDL), позволяющий создавать «умные» параметрические объекты произвольной формы, свойства которых могут определяться как задаваемыми пользователем параметрами, так и различными внешними условиями (масштабом чертежа, этажом размещения объекта, положением объекта в пространстве и др.).

Например, при изменении масштаба чертежа может автоматически изменяться степень детализации объектов, а 2D-символ одной и той же детали может по-разному выглядеть на разных этажах.

Описываемые при помощи языка GDL объекты содержат в себе 2D-символ для плана этажа, 3D-модель для построения объемных изображений и все необходимые данные для формирования спецификаций. Путем простого изменения параметров на основе одного объекта может быть получено бесконечное разнообразие его вариантов, отличающихся друг от друга формой, размерами, материалами и другими свойствами. Благодаря своим уникальным возможностям, в последнее время GDL

превращается из внутреннего формата ArchiCAD в фактический стандарт параметрического описания 3D-объектов в области архитектурно-строительного проектирования.

- ArchiCAD - основа комплексного проектирования. Функциональные возможности пакета ArchiCAD достаточны для решения основных задач архитектурно-строительного проектирования.

Однако, благодаря преимуществам концепции «виртуального здания», возможности расширения функциональности с помощью подключаемых модулей и наличию мощных средств взаимодействия с другими системами проектирования, ArchiCAD вполне способен стать основой системы комплексного проектирования в области строительства. А предоставляемая ArchiCAD возможность коллективной работы над проектами, благодаря которой команда проектировщиков может объединить свои усилия для достижения общей цели, при этом нисколько не мешая друг другу, не имеет аналогов среди других систем проектирования.

### **3.1.4.Новшества ArchiCAD**

Поддержка многопроцессорных систем – использование многопроцессорных компьютеров при работе с ArchiCAD – позволяет значительно повысить производительность за счет увеличения скорости навигации (при работе как с 2D-документацией, так и в 3D-окне) и генерации видов из 3D-модели (например, разрезов с просчетом теней). И, конечно же, возрастает общая скорость работы программы, а вместе с тем – комфорт и удобство.

Изображения и штриховки – новые технологии, заложенные в программу, существенно повышают скорость работы с растровыми изображениями и огромными полями штриховок как при проектировании, так и при генерации и компоновке чертежей на листах. Кроме того, возросла скорость генерации документации в формате PDF.

Суть этой технологии заключается в том, что проектируемая конструкция представляется в виде иерархической структуры (в данном случае – схемы разрезов конструкции, компонентов и дополнительных аксессуаров), а пользователь может легко контролировать и изменять любую часть стены, детализируя и развивая весь проект в целом.

Отображение структуры позволяет пользователям работать со сложнокompозитными структурами стен и перекрытий и быстро отображать только несущую часть конструкции.

### **3.1.5 Автоматические направляющие**

В ArchiCAD существенно переработан интерфейс двумерного черчения – он стал проще, удобнее и понятнее. Для черчения пользователям программ нужна будет только мышка и одна рука. Направляющие будут

автоматически появляться, как только пользователь задержит курсор мышки над гранью объекта или его вершиной. Постоянно появляющиеся и исчезающие направляющие, вы их можете легко отключить через настройки интерфейса.

Ручной ввод цифровых данных при работе с графикой – решение задач моделирования – существенно упрощается в Archicad благодаря новому комбинированному графическо-цифровому методу ввода данных. Как только пользователь начинает вводить графические данные, тут же появляется возможность задать цифровые значения в динамических всплывающих подсказках. Нужно будет запомнить только несколько клавиш и команд, с помощью которых редактируются объекты: все они одинаковые для различных операций. Это делает Archicad быстрее и проще в использовании.

## **3.2. Autodesk Revit Architecture**

Autodesk Revit Architecture предлагает наиболее естественный метод проектирования: от эскизно-концептуальной наброска будущего здания к единой информационно-строительной модели, содержащей максимальную проработку здания.

В Revit Architecture создается единая модель здания (Building Information Model - BIM), включающая в себя планы этажей, фасады, разрезы, спецификации и другие элементы архитектурного проекта. Параметрические элементы строительных конструкций – стены, окна, колонны, лестницы, крыши, двери и другие компоненты логически связаны, что позволяет быстро создавать и редактировать трехмерную модель объекта. В модели здания, созданной в пакете, каждый 2d или 3d вид, каждый лист, каждая спецификация – это отображение информации из единой базы данных сооружения. В программу заложена технология параметрических изменений, которая позволяет автоматически проводить через все виды и листы операцию, выполненную в любом виде.

Это обеспечивает продуктивность и высокую координацию работы.

Документация по проекту формируется из единой модели, собранной в одном файле. Revit Architecture использует свой формат файлов rvt, в котором собирается вся информация об объекте, содержащая его геометрию, связи, аннотации, листы чертежей, спецификации и др. При этом реализована технология Worksets для совместной работы над проектом группы архитекторов.

### **3.2.1 Возможности Revit Architecture**

Возможность создавать открытые интеллектуальные параметрические библиотеки как внешние семейства и внедрять их в файлы модели, легко управляя их параметрами и редактируя по мере

надобности. Параметрические компоненты семейств могут представлять собой как простые строительные элементы (стены, проемы, колонны и т.п.), так и более сложные — например, мебель и различного рода оборудование. Внешние семейства создаются на основе шаблонов и не требуют знания какого-либо языка программирования.

### **3.2.2 Встроенный модуль концептуального формообразования**

Первоначальная модель здания может создаваться из формообразующих элементов. Существуют способы построения сложных стен, крыш и навесных систем по граням формообразующих элементов с возможностью их обновления при изменении формы граней. При этом архитектурные элементы сохраняют свою структуру слоев и материал. Концептуальные формы могут быть импортированы в качестве формообразующих элементов из таких приложений, как AutoCAD, Rhino, Google SketchUp, 3dMax2011 и других приложений, поддерживающих ACIS и NURBS.

*Навесные стены и наклонное остекление* – изюминка программы. Условная сетка, состоящая из ячеек (панели навесной стены) и линий разделения между ячейками (импосты), может быть наполнена интересной параметрической геометрией.

*Модуль работы с лестницами* уникален. Лестница, имеющая большой набор параметров и связанная с высотой этажа здания расчетными зависимостями, может иметь любую форму ступеней в плане.

*Модуль работы с поверхностью.* В него входят разнообразные средства создания рельефа (использование импортированной геометрии), а также вертикальная планировка, работа с основанием здания, создание компонентов площадки. Удобство и простота работы этого модуля может заинтересовать специалистов по ландшафтному дизайну.

Разработчики Revit осуществили мощную связь программы с другими пакетами. Здесь в первую очередь надо отметить исключительно удобный экспорт-импорт с AutoCAD, что, в частности, позволяет смежникам продолжать работу над двумерными чертежами в среде AutoCAD. Цепочка связи (link) Revit – AutoCAD – 3ds MAX для объемных моделей дает возможность обновления модели в 3ds MAX.

## **3.3 Google SketchUp**

Google SketchUp – программ для моделирования относительно простых трёхмерных объектов – строений, мебели, интерьера. В марте 2006 года была приобретена компанией Google вместе с небольшой фирмой Last Software. Существуют две версии программы – бесплатная, ограниченная по функциональности (прежде всего относительно экспортирования в другие форматы), и платная (SketchUp Pro). Однако,

после выхода более новой версии продукта устаревшая версия Pro становится бесплатной.

SketchUp — программа для быстрого создания и редактирования трёхмерной графики. Проекты SketchUp сохраняются в формате \*.skp.

По сравнению со многими популярными пакетами, данный обладает рядом преимуществ, заключающихся, в первую очередь, в почти полном отсутствии окон предварительных настроек. Все геометрические характеристики задаются с клавиатуры в поле Value Control Box (Поле Контроля Параметров; находится в правом нижнем углу рабочей области, справа от надписи Measurements — «Система Мер») во время или сразу после окончания действия инструмента. Эта особенность позволяет избежать необходимости настраивать каждый инструмент перед его применением, а затем редактировать возможные неучтённые ошибки, но в то же время это достоинство оборачивается недостатком, когда возникает потребность в массовом изменении геометрии созданных объектов. Тем не менее, такие ситуации возникают редко, а их исправление средствами пакета не составляет большого труда.

Данный пакет очень удобен для начинающих, малознакомых с трёхмерным моделированием людей, или просто интересующихся, которым нужно учиться обращаться со сложными профессиональными инструментами только для того, чтобы всего лишь сделать примерный макет своей комнаты или даже письменного стола. SketchUp интуитивен и очень прост в обращении, так как сделан с расчётом на непрофессионалов, и позволяет относительно быстро и просто достигнуть желаемого результата, используя привычные с детства инструменты — «линейку», «карандаш», «транспортир», «ластик» в трёх плоскостях.

Главный же недостаток данного продукта заключается в том, что в нём отсутствует функция работы с так называемыми картами смещения (displacement maps), но, поскольку данный продукт нельзя считать профессиональным редактором трёхмерной графики или же редактором игровых уровней (хотя такая возможность существует), а также он нацелен на другую целевую аудиторию, то вполне логично, что данная функция в пакете отсутствует. SketchUp поддерживает импорт и экспорт различных форматов двухмерной растровой и трёхмерной графики, в частности: \*.3ds, \*.dwg, \*.ddf; \*.jpg, \*.png, \*.bmp, \*.psd.

Импорт растровой графики имеет несколько возможностей: вставка образа в качестве отдельного объекта, в качестве текстуры и в качестве основы для восстановления трёхмерного объекта по фотографии. Экспорт в формат \*.jpg осуществляется в качестве снимка с рабочей области окна приложения.

Дополнительно установленные плагины позволяют экспортировать в форматы \*.mxs, \*.atf, \*.dae, \*.b3d и т. д. Последующее редактирование

экспортированного файла в соответствующих приложениях может осуществляться без каких-либо ограничений, а плагин V-Ray for SketchUp (англ.) позволяет визуализировать трёхмерные сцены.

В программе есть библиотеки компонентов, материалов и стилей рабочей области, которые можно пополнять своими элементами. Имеется возможность устанавливать тени в соответствии с заданными шириной, длиной, временем суток и года.

Дополнительно программа позволяет создавать макросы для повторяющихся действий на языке Ruby и добавлять для них в меню новые пункты, также доступна функция загрузки и использования многочисленных готовых скриптов, предоставленных другими пользователями.

### **3.4 AutoCAD Civil 3D**

AutoCAD Civil 3D – решение для проектирования объектов инфраструктуры, предназначенное для землеустроителей, проектировщиков генплана и проектировщиков линейных сооружений. Помимо основных возможностей, AutoCAD Civil 3D может выполнять такие виды работ, как геопространственный анализ для выбора подходящей стройплощадки, анализ ливневых стоков для обеспечения соблюдения экологических норм, составление сметы и динамический расчет объемов земляных работ.

**3.4.1 Построение планов.** AutoCAD Civil 3D представлены средства автоматического построения планов и профилей, дающие возможность быстро и точно формировать наборы планов и создавать пояснения на основе заданного стиля. При изменении проекта автоматически выполняется обновление документации к нему.

**3.4.2 Геодезические исследования.** Civil 3D располагает полным набором функций для работы с геодезическими данными. Пользователь получает универсальную среду для всех задач — начиная от импорта полевых журналов топосъемки, уравнивания по методу наименьших квадратов и редактирования результатов измерений, и заканчивая управлением группами точек, созданием поверхностей и схем земельных участков.

**3.4.3 Управление проектами.** AutoCAD Civil 3D поддерживает многопользовательский доступ к проектам, поэтому проектные коллективы мало подвержены риску координационных ошибок, связанных с несогласованными изменениями в проекте. Поддержка проектов в Civil 3D является развитием возможностей централизованного управления данными из Autodesk Vault. Все участники коллектива имеют доступ к нужным данным.

**3.4.4 Стили.** В Civil 3D присутствует уникальная система стилей, которая позволяет устанавливать стандарты проектирования для всей организации. Стандарты на цвета и типы линий, высоту сечения рельефа, систему присвоения меток сечениям и профилям могут быть сохранены в виде стиля, который затем будет использоваться на протяжении всего процесса проектирования.

**3.4.5 Управление данными.** Поддержка проектов в Civil 3D является развитием возможностей централизованного управления данными из Autodesk Vault. Обеспечивается организация файловой структуры, обмен файлами по сети, управление версиями, осуществление операций получения, возврата файлов и отката.

**3.4.6 Точки.** Точки создаются с использованием разнообразных координатно-геометрических и графических методов. В AutoCAD Civil 3D точки являются частью модели, что позволяет пользоваться ими в процессе выполнения и анализа проекта.

**3.4.7 Поверхности.** Поверхности могут формироваться из различных 3D данных. Для них можно выполнять анализ горизонталей, уклонов, отметок и водосборов, обновление горизонталей и объемов. Результаты анализа поверхностей обновляются сразу же после их редактирования. В AutoCAD Civil 3D поверхности обновляются при добавлении.

**3.4.8 Участки.** Динамические связи обеспечивают своевременное обновление наборов участков. В AutoCAD Civil 3D участки объединяются в одну топологию, поэтому изменения в одном участке ведут к изменениям в соседних.

**3.4.9 Трассы.** Трассы содержат прямые участки, повороты и спиральные переходные кривые. В окончательных чертежах к трассам добавляются метки. При редактировании трассы с помощью графического интерфейса или табличного редактора метки обновляются автоматически. Поддерживается совместное использование трасс и профилей в нескольких чертежах.

**3.4.10 Продольные профили.** Профили извлекаются из множества поверхностей на основе геометрии трассы. Внешний вид профилей и надписи на них определяются установленным стилем. Метки профилей обновляются в проекте динамически.

**3.4.11 Моделирование коридоров.** Генерация динамической модели любого проекта автодороги, железнодорожных путей или коридора основывается на таких элементах дизайна, как трассы, профили, виражи, а также на критериях, включенных в составные части проекта. Изменение любого элемента, участвующего в модели, приводит к пересчету объемов, поверхностей, участков и других элементов коридора.

**3.4.12 Поперечные профили.** AutoCAD Civil 3D обладает функцией для формирования поперечных профилей поверхностей и коридоров. Их



можно создавать на отдельных станциях, с интервалом вдоль трассы или в отдельных точках. Продукт позволяет компоновать целые чертежные листы из групп профилей.

**3.4.13 Вертикальная планировка.** Несколько элементов рельефа могут объединяться в группы с целью решения вопросов комплексной вертикальной планировки. Планировка затрагивает поверхности, уклоны, расстояния и взаимодействует со смежными объектами планировки. Объемы выемки/насыпи грунта динамически усредняются для всего участка или для отдельного объекта планировки. По группам планировки можно строить статические и динамические поверхности.

**3.4.14 Проектирование трубопроводов.** Канализационные и дренажные системы строятся в виде динамических согласованных сетей. Трубы и структуры редактируются с использованием как графического, так и ручного ввода. AutoCAD Civil 3D позволяет строить окончательные чертежи сетей трубопроводов в плане, профили и разрезы. Пользователи имеют совместный доступ к информации о сетях систем трубопроводов, таких как материал или размер, из внешних приложений анализа.

**3.4.15 Вычерчивание трубопроводов.** Продукт позволяет строить окончательные чертежи сетей трубопроводов в плане, профили и разрезы. Данные о трубопроводах используются в метках. При изменениях проекта чертежи автоматически обновляются.

**3.4.16 Визуализация.** Объединенные средства тонирования и визуализации позволяют готовить высококачественные презентации, отслеживать отдельные изменения проектов на 3D виде и формировать полные трехмерные представления выполненных проектов.

**3.4.17 Координатная геометрия (КГ).** В продукте представлены средства создания точек и управления ими, программы автоматизированного построения линий и кривых и прозрачные команды, которые в совокупности обеспечивают быстроту и точность формирования координатной геометрии.

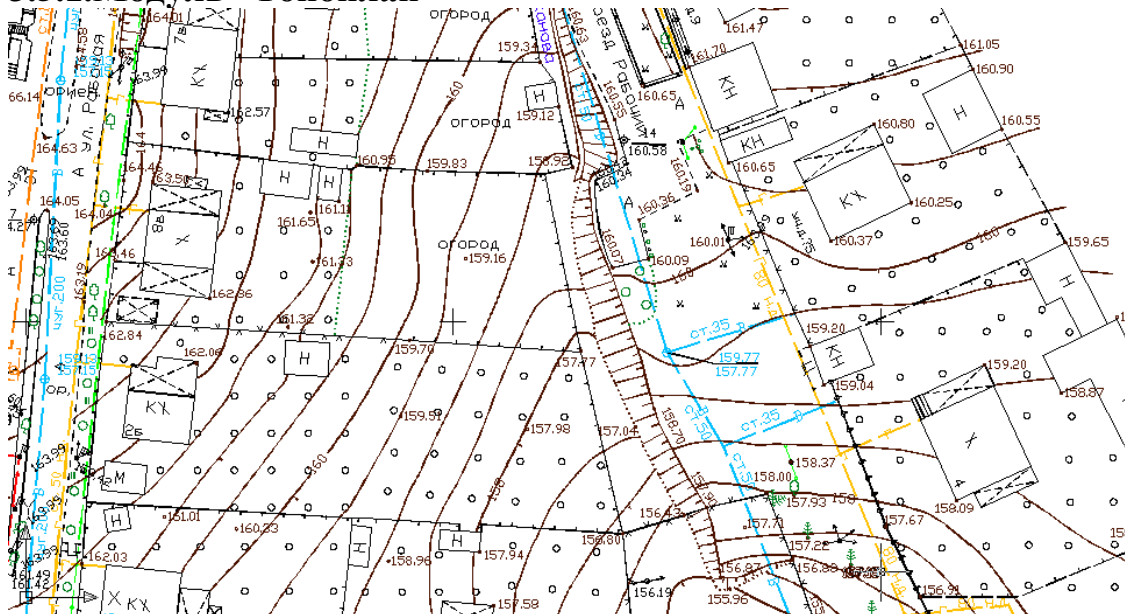
**3.4.18 Использование функциональных возможностей AutoCAD Map 3D.** Благодаря тому, что AutoCAD Civil 3D включает в себя все основные функции работы с картографическими данными, присущими AutoCAD Map 3D, возможно создавать, редактировать, осуществлять управление и передачу геопространственных данных на основе интегрированной платформы.

## **3.5 GeonICS Топоплан-Генплан-Сети-Трассы-Сечения- Геомодель**

Уникальный программный продукт, работающий на платформе AutoCAD Civil 3D, либо AutoCAD, позволяющий

автоматизировать проектно-изыскательские работы. Предназначен для специалистов отделов изысканий, генплана и транспорта.

### 3.5.1. Модуль «Топоплан»



Первый из модулей программы — «Топоплан» — предназначен для создания топографических планов, карт и планшетов масштаба от 1:500 до 1:5000. Включает полную библиотеку топографических условных знаков (точечные, линейные, полосные, площадные), а также средства их отрисовки, редактирования и замены.

Можно выделить три основных источника данных, на основе которых в модуле «Топоплан» создаются топографические карты и модели рельефа:

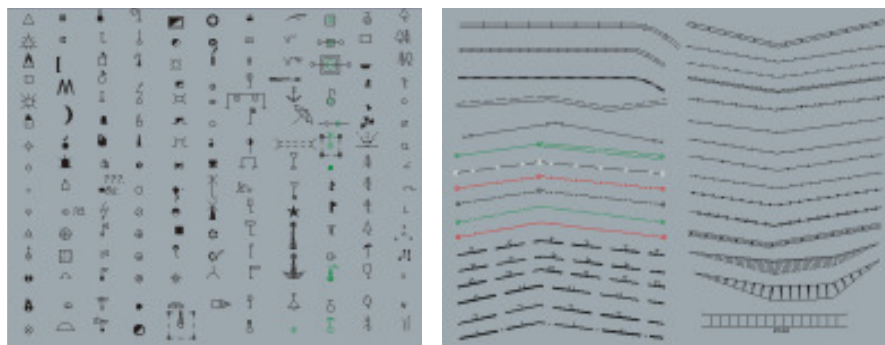
1. Архивные картматериалы на твердом носителе. Эти материалы сканируются, полученные растровые изображения корректируются (см. раздел «Обработка сканированных изображений») и вставляются в чертеж DWG в реальных изыскательских координатах. Соответствующие топонимы отрисовываются в режиме «сколки»;

2. Данные полевых топографо-геодезических наблюдений, которые можно импортировать из RGD-файла (обменный формат программы GeonICS Изыскания), или из текстового файла «Ведомости координат и отметок». Соответствующие топонимы отрисовываются в режиме «сколки» или «замены», если в программе GeonICS Изыскания были закодированы линейные объекты;

3. Топологические данные различных ГИС-систем, представляющие описание точечных, линейных и площадных объектов, которые можно импортировать через DXF-файл. Соответствующие топонимы отрисовываются в режиме «замены».

Выбор необходимого топонима возможен несколькими способами: через топографический классификатор, через алфавитный указатель,

а также через вызываемые тематические панели инструментов. Кроме того, модуль «Топоплан» снабжен встроенной справочно-нормативной базой, где собрана информация по правилам отрисовки топографических знаков. Реализован режим «ассистента», который предоставляет пользователю подсказки, касающиеся отрисовки выбранных знаков.



В модуле «Топоплан» выделяют раздел «Рельеф». Функции данного раздела предназначены для ведения базы точек съемки проекта и создания трехмерных моделей рельефа или других поверхностей, их отображения и анализа.

Все точки съемки (импортированные из файла или созданные при оцифровке) попадают в базу данных проекта GeoniCS, где их можно просматривать, редактировать, объединять в группы; точки из базы можно вставлять в чертеж или экспортировать в текстовый файл.

Трехмерная модель рельефа обычно строится с использованием примитивов, полученных на этапе создания топоплана. Могут использоваться и другие источники информации, такие, как текстовые файлы, полученные из программ GeoniCS Изыскания и CREDO, а также ранее созданные чертежи DWG, включающие 3D-полилинии и 3D-границы, горизонталы (отрисованные или полученные при векторизации средствами программ RasterDesk и Spotlight), точки с отметкой по Z, блоки с атрибутами и т.д.

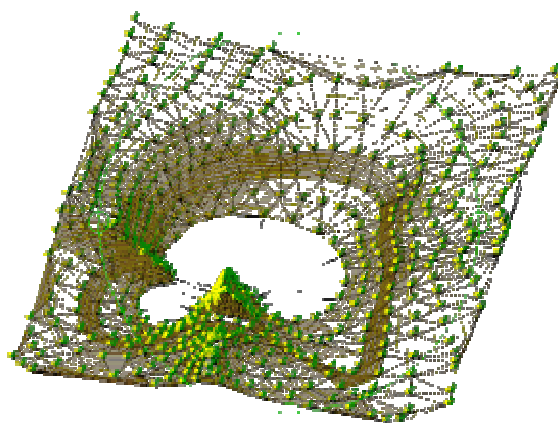
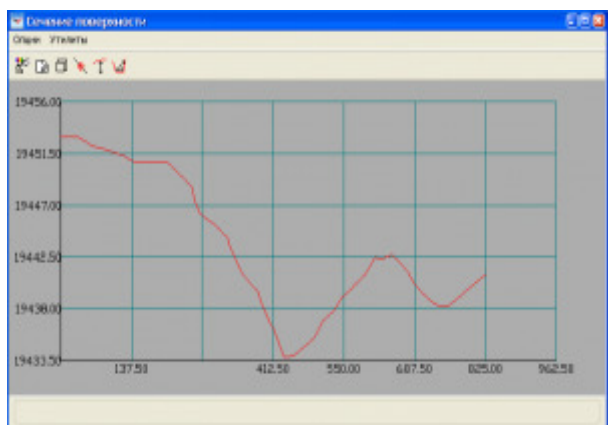
Помимо точек с отметками, при построении модели используется неограниченное количество структурных линий (3D-полилиний), горизонталей (двумерных полилиний с отметками), линий подпорных стенок, линий внешних и внутренних границ модели: это обеспечивает корректность формируемой модели. GeoniCS может теперь создавать и 3D-полилинии с дугами. Проконтролировать правильность построения модели можно с помощью ее трехмерной визуализации или при просмотре сечений по произвольной линии.

Средства редактирования и отображения модели рельефа предоставляют ряд уникальных возможностей:

- автоматическая генерация виртуальных горизонталей при операциях редактирования модели (переброс ребер, изменение отметки и перемещение узла, вставка и удаление точек и граней) позволяет оперативно контролировать правильность внесенных изменений;

- локальная реструктуризация построенной поверхности с помощью структурных линий различных типов делает триангуляцию управляемой: возможна «проводка» структурных линий по уже построенной триангуляции, что очень удобно при моделировании техногенных элементов рельефа;

- построение горизонталей различной степени сглаженности, простановка на них надписей и берг-штрихов.



Модуль «Топоплан» является открытой системой: вы можете самостоятельно модифицировать и пополнять библиотеку условных знаков, использовать модели рельефа, созданные с использованием других программных средств (AutoCAD Civil 3D, Eagle Point, CREDO и др.), передавать модели во внешние расчетные программы.

Результатом работы модуля «Топоплан» являются картированные цифровые модели местности, которые могут использоваться и в топографии, и в ГИС, и при проектировании.

**3.5.2 Модуль «Генплан».** Модуль «Генплан» состоит из нескольких функциональных разделов, каждый из которых соответствует строго определенным задачам проектирования генеральных планов (горизонтальная планировка, вертикальная планировка и благоустройство).

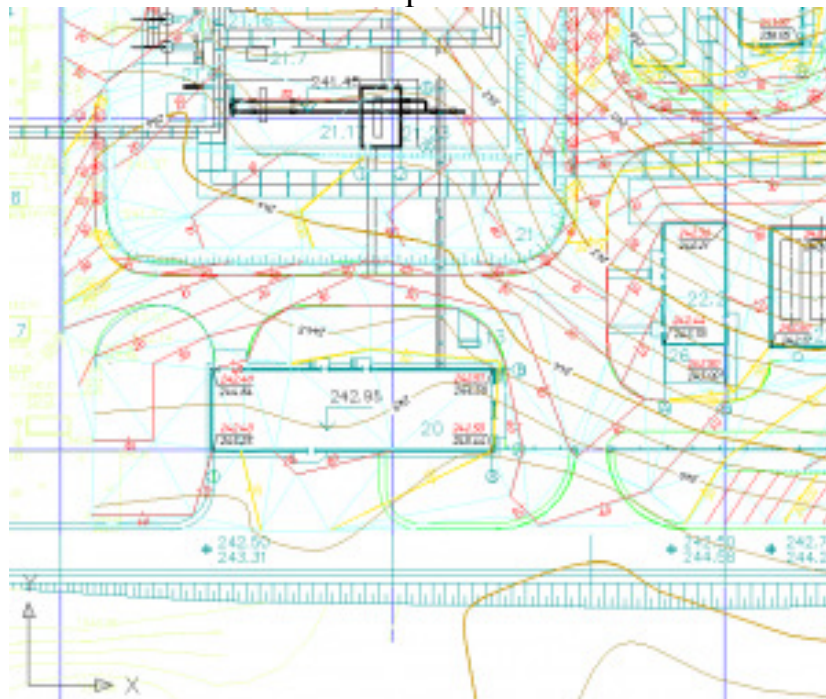
**3.5.2.1 Разбивочный план (горизонтальная планировка).** Функции этого раздела позволяют быстро отрисовать строительную или геодезическую сетку, улично-дорожную сеть, нанести на генплан здания и сооружения, площадки и пешеходные дорожки, проставить необходимые координаты и размеры. Все функции

высокоинтеллектуальны и соответствуют требованиям действующих нормативных документов.

Экспликация зданий, ведомости дорожек и площадок формируются автоматически.



**3.5.2.2 Организация рельефа (вертикальная планировка и картограмма земляных масс).** Функции этого раздела позволяют расставить опорные точки планировки на осях проездов, внутри кварталов и в углах отмотки, а также в других характерных точках проектируемой площадки. По опорным точкам производится простановка стрелок уклоноуказателей с автоматическим пересчетом значений.



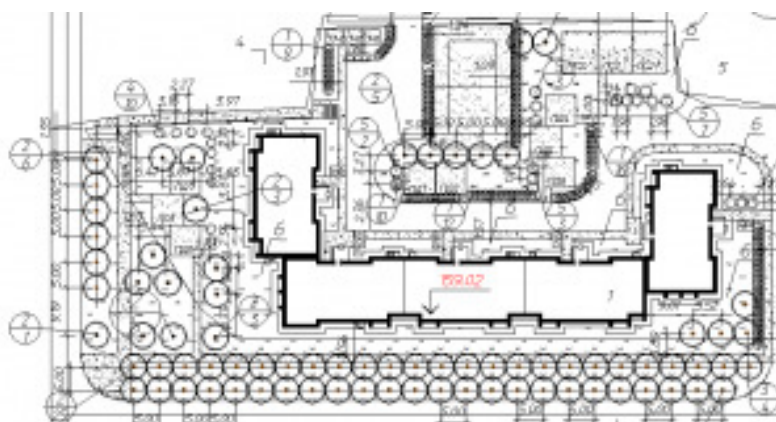
Понятный инженеру интерфейс позволяет легко и наглядно производить моделирование будущего «красного» (проектного) рельефа, редактируя получившуюся «опорную сеть». При редактировании этой сети программа автоматически пересчитывает все связанные с редактируемой точкой отметки и уклоноуказатели.

Модуль «Генплан» предусматривает гибкое сочетание метода опорных точек и метода «красных» горизонталей при построении проектного рельефа: модель может быть построена как по опорным точкам и структурным линиям, так и по опорным горизонталям. Для более подробной проработки «красного» рельефа проектируемая поверхность может быть отредактирована, в том числе, с помощью перемещения опорных (красных) горизонталей.

Программа безошибочно, с заданной точностью производит расчет картограммы земляных масс и оформляет чертеж в принятой в России форме.

**3.5.2.3 Благоустройство и озеленение.** Функции этого раздела позволяют озеленить и благоустроить проектируемую площадку: «посадить» деревья и кустарники, разместить малые архитектурные формы.

Имеется возможность отрисовки одиночной, аллеиной, площадной посадки деревьев и кустарников, различных малых архитектурных форм в соответствии с принятыми стандартными обозначениями на генеральных планах. В то же время, эти объекты являются трехмерными, что позволяет проводить визуальный анализ принятых решений и обеспечивает полноценную трехмерную визуализацию проектируемой площадки. Кроме того, в программе предусмотрены такие функции, как моделирование роста деревьев и кустарников, автоматическое «поднятие» трехмерный рельеф деревьев, кустарников, любых малых архитектурных форм, урн,



скамеек, столиков и т.д. Ведомости элементов озеленения и малых архитектурных форм формируются автоматически и вставляются в чертеж.

**3.5.3 Модуль «Сети».** Функции этого модуля позволяют автоматизировать работы по выполнению трассировки в плане инженерных коммуникаций. Средства создания сводного плана инженерных сетей обеспечивают возможность выполнить разводку и совмещение инженерных сетей на проектируемой площадке, надписать их, быстро проставить все необходимые координаты и размеры с минимальными затратами времени и ресурсов.

Программа имеет встроенные средства контроля нормативных расстояний между инженерными сетями, таблица нормативных расстояний может редактироваться и дополняться. Модуль позволяет проектировать внешние инженерные сети и оформлять необходимые выходные документы. Кроме того, возможно детализировать существующие сети и создавать их трехмерную модель. Главная особенность модуля «Сети» заключается в представлении линейной коммуникации в виде специального трехмерного объекта (геона), имеющего соответствующий вид и поведение. Упростить проектирование и редактирование сетей позволяет объект «Сеть». Возможно использование данных о существующем и проектном рельефе, топонимах существующих сетей. В зависимости от типа сети ее создание осуществляется по уклону либо на заданной глубине от проектной поверхности. Различные режимы трассировки сети (замена, накладка на объекты, прокладка на заданном расстоянии от объекта с учетом нормативных расстояний), а также удобный редактор профиля делают процесс создания сети быстрым и простым. По существующим сетям автоматически строятся продольные профили и таблицы колодцев.

На всех этапах проектирования возможно редактирование параметров и объектов.

Редактирование параметров сети:

- параметры вершин;
- параметры труб;
- пересекаемые коммуникации;
- футляры.

Предусмотрена возможность редактирования профиля (операции поднятия участка, пересчета по заданным отметкам, уклону).

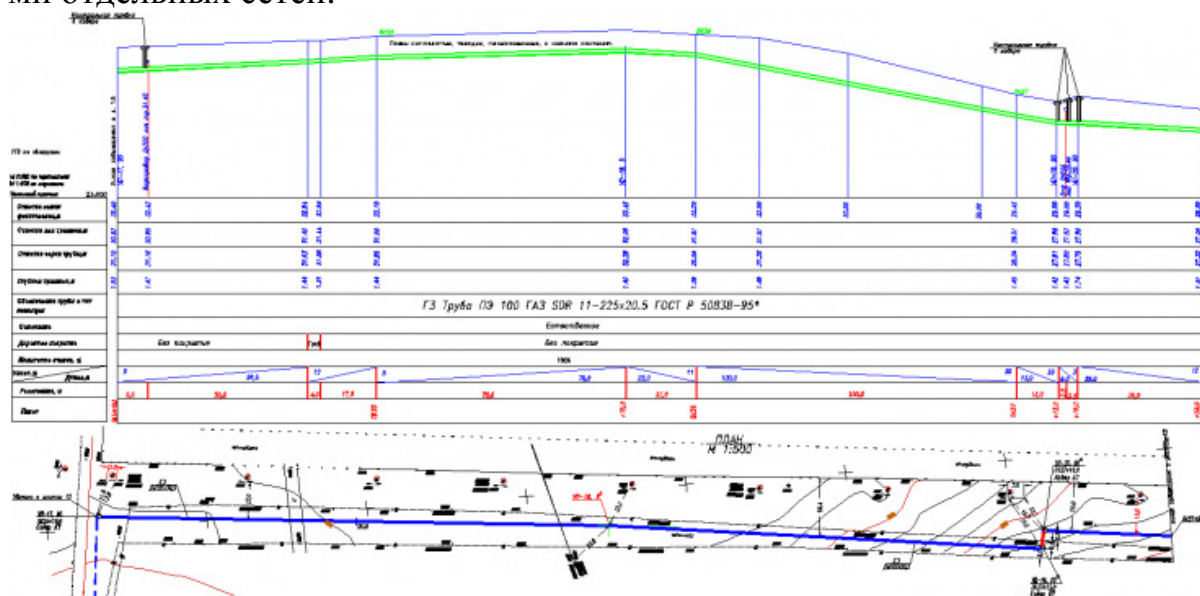
В таблицах колодцев возможно редактирование структуры колодца. Осуществляются редактирование детализировки колодцев водопровода и таблицы спецификации оборудования, выбор значений параметров из базы нормативно-справочной информации, автоматический и ручной сбор точек пересечения, расстановка и редактирование футляров.

Дополнительные возможности:

- экспорт свойств сети в MS Excel;

- проверка нормативных расстояний в плане.

В программе предусмотрена расширяемая и настраиваемая справочная система по нормативным расстояниям в плане между различными инженерными сетями. В целом модуль обеспечивает «бесшовный» обмен чертежами между генпланистами и проектировщиками отдельных сетей.



**3.5.4 Модуль «Трассы».** Модуль «Трассы» является ядром, на основе которого создается система проектирования конкретных видов линейно-протяженных объектов.

Модуль состоит из трех разделов:

- создание геометрических элементов;
- работа с планом (трассами, горизонтальными осями);
- продольный профиль.

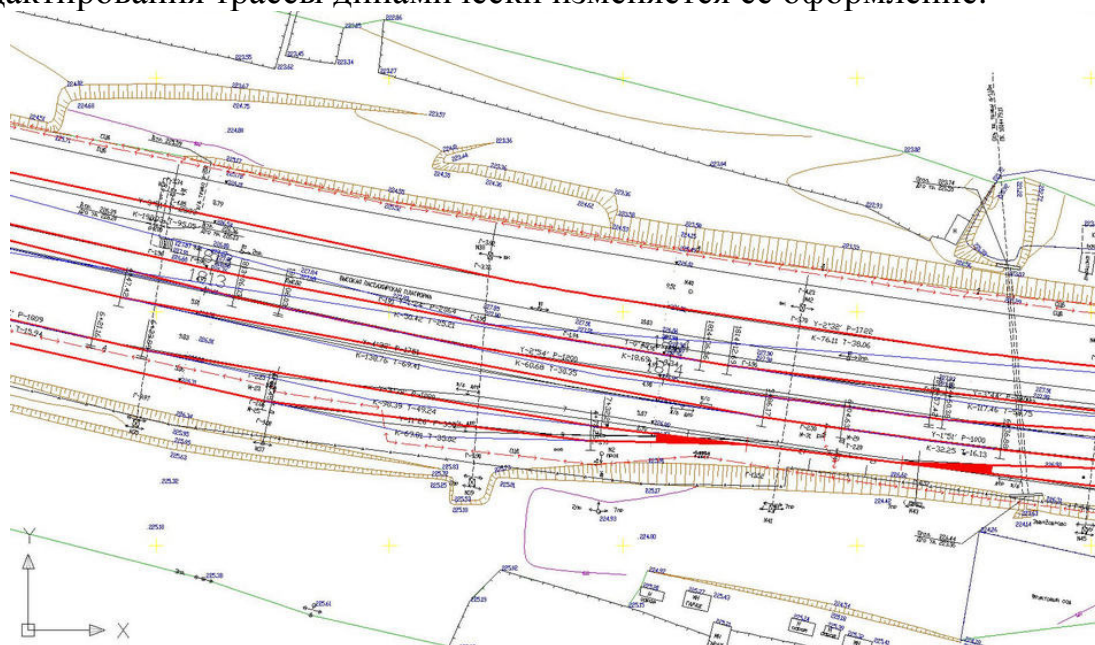
Раздел «Геометрические элементы» позволяет создавать специальные геометрические объекты: тангенсы, дуги, клотоиды (спирали), а также некоторые специальные объекты (например, для трасс железных дорог - излом, стрелка). Возможно редактировать элементы, восстановить тангенсы и т.д.

В разделе «План» предусмотрены функции отрисовки оси трассы в плане.

Трасса – это специальный объект, состоящий из геометрических элементов, созданных в разделе «Геометрические элементы». Трассы подразделяются на простые и составные, состоящие из ссылок на другие трассы. В процессе проектирования сложных трасс возможно создать их иерархию. Трассы хранятся в проекте и при необходимости отображаются в чертеже. Обеспечена поддержка рубленых (резаных) пикетов. Предусмотрены функции редактирования: трассы можно обрезать, разрывать, копировать и удалять. Существует возможность



редактирования с блокировками, позволяющая заблокировать те или иные характеристики определенного набора элементов, что влияет на поведение трассы при редактировании. Реализованы функции ввода и мониторинга контурных ограничений при редактировании трасс, существует возможность подключения к трассе таблицы ограничений. В процессе редактирования трассы динамически изменяется ее оформление.



В разделе «Профиль» собраны базовые операции проектирования и редактирования профиля. Средствами этого раздела выполняются ввод и мониторинг ограничений, оформление профиля. Программа основана на реализации собственных объектов: профиль и окно профиля. Возможны различные режимы создания профиля: отрисовка вручную, ввод из текстового файла, создание по 3D-полилинии, из отрисованных отрезков или полилинии, создание по поверхности, создание по трассе. Имеются мощные инструменты редактирования профилей: табличный редактор, редактор элементов, редактор пикетажных данных — семантики различных типов, привязанной к пикетам или диапазонам пикетов. Программа поддерживает свойства и стили профиля, свойства и стили окна профиля, стили подписей профиля и окна профиля. Стили профиля используются для управления двумерным и трехмерным изображением профиля, а стили окна профиля – для управления как форматом графического отображения профиля, так и его заголовком и подписями координатных осей. Стили подписей – мощный механизм управления видом и поведением подписей. Стили отображения пикетажных данных позволяют самыми различными способами отображать пикетажные данные в полосках. Доступ к стилям всех объектов и самим объектам (профилям, окнам профилей) обеспечивается через Проводник чертежа (закладки «Установки» и «Геоны»).

Для профилей и окон профиля можно использовать несколько типов подписей. Система поддерживает подписи профиля, подписи окна профиля (в том числе возможность ручного подписывания пересекающих коммуникаций). Программа позволяет вручную добавить подписи к отдельным точкам на линии профиля или в других местах сетки. Подписывают или пикет и отметку точки, или выбранные данные относительно двух точек, такие, как разность высот (рабочая отметка) и расстояние между ними. В разделе реализованы необходимые функции по созданию развернутого плана трассы и шкалы высот.

К служебным функциям относятся экспорт данных профиля, создание 3D-модели трассы, рисование по профилю с помощью прозрачных команд, измерения по окну профиля.

Программа обеспечивает оформление длинных профилей (с помощью сбросов). Раздел «Утилиты» включает ряд специально разработанных функций, расширяющих базовые возможности AutoCAD. Реализованы 12 макросов, которые значительно упрощают работу со слоями. В разделе имеется несколько удобных построений, таких, как контур с прямыми углами, облако с заданными параметрами дуг, произвольные прямоугольники, в том числе повернутые на определенный угол, а также объекты GeoniCS – выноска и 3D-полилиния с дугами. Корректно, с точки зрения топографии, отрисовать площадной знак поможет функция «Штриховка контура блоком». Разработан специализированный Редактор любых линейных объектов: отрезков, полилиний, 3D-полилиний, структурных линий и границ и т.д. Он позволяет добавлять, удалять, перемещать вершины, редактировать их отметки, а также изменять тип сегмента.

**3.5.5 Модуль «Сечения».** С помощью новых функций модуля «Сечения» можно получать сечения по существующей поверхности и отрисовывать проектные поперечники. Добавлен инструмент настройки оформления поперечных сечений в соответствии с российскими нормами и стандартами. Работает при наличии модулей GeoniCS Топоплан-Трассы.

**3.5.6 Модуль «Геомодель».** Новый модуль предназначен для автоматизации процесса подготовки графических отчетных документов инженерно-геологических изысканий (инженерно-геологические разрезы и колонки). Интеграция с Excel позволяет быстро и удобно вводить исходные данные, а также формировать отчетные документы в формате xls. Использование AutoCAD в качестве платформы значительно упрощает процесс редактирования графики в [GeoniCS Геомодель](#). Использование формата DWG упрощает хранение и передачу данных. В модуле «Геомодель» создается объект «Площадка», который хранит в себе все данные по выработке, ИГЭ, линии разрезов, данные о водоносных горизонтах и общие сведения. Инженерно-геологические разрезы строятся

автоматически с возможностью дальнейшего редактирования с помощью Редактора разреза. Оформление разреза, вид подписей настраиваются с помощью стилей отображения. Инженерно-геологические колонки строятся автоматически, предусмотрена возможность настройки различных шаблонов оформления. Наличие классификаторов грунтов и классификатора геоиндексов позволяет задавать любое количество разновидностей грунтов и геоиндексов.

Преимущества использования функций модуля «Геомодель»:

- Построение инженерно-геологических колонок по заданным шаблонам.
- Автоматизированное построение инженерно-геологических разрезов.
- Хранение данных по площадкам (все данные, включая установки и классификаторы, хранятся в одном файле формата DWG).
- Редактирование графических данных стандартными средствами AutoCAD.
- Работа с множеством объектов (выработки, колонки, линии разреза, разрезы) в одном рабочем пространстве – чертеже AutoCAD.

### **3.6 GeoniCS Изыскания (RGS, RgsPl)**

Программа GeoniCS Изыскания (RGS, RgsPl) предназначена для автоматизации процесса обработки полевых измерений и рассчитана на специалистов, работающих в области геодезии (инженерные изыскания, строительство, кадастр и др.).

**3.6.1 Расчет и уравнивание плановых геодезических сетей любой конфигурации.** Программа GeoniCS Изыскания производит вычисление и уравнивание координат точек параметрическим способом по методу наименьших квадратов. Исходными данными могут служить измеренные направления, горизонтальные углы, расстояния и превышения. Порядок ввода данных не имеет значения, не зависит от типа построения сети и способа привязки к исходным пунктам. Возможен выбор усредненных измерений. Для определения координат пунктов геодезической сети производится привязка к пунктам государственной геодезической сети, то есть включение в создаваемую сеть элементов ранее проложенной сети в качестве исходной опоры. Большинство способов привязки к исходным пунктам (задача Ганзена, задача Потенота и др.) распознаются программой автоматически, без задания специальных признаков. Наряду с уравниванием плановой сети как линейно-угловой, имеется возможность уравнивания плановой сети по ходам. В новой версии программы стало возможным выбрать перед уравниванием класс плановой сети. При этом,

программа выберет допустимые значения из настроечного файла допусков и подставит их в выражения RTForms.

**3.6.2 Поиск ошибок измерений и ошибок, допущенных при вводе данных.** В GeoniCS Изыскания реализован алгоритм, позволяющий быстро и с большой долей вероятности найти ошибочные измерения, а уровень автоматизации позволяет максимально исключить влияние «человеческого фактора».

**3.6.3 Расчет и уравнивание высотных геодезических сетей.** Программа рассчитывает тригонометрические и геометрические высотные сети I, II, III и IV классов, сети технического нивелирования. Уравнивание высотных геодезических сетей также производится по методу наименьших квадратов параметрическим способом.

**3.6.4 Обработка данных планово-высотной тахеометрической съемки.** При вводе данных по топографической съемке точек предусмотрены все возможные комбинации входных и выходных значений. Порядок ввода информации определяет пользователь, а значит поля ввода данных можно установить в той же последовательности, что и в полевом журнале. В новой версии добавлено автоматическое определение средних координат контрольных измерений полярной съемки с разных стоянок на одни и те же пикеты.

**3.6.5 Комплекс задач, обеспечивающий вынос проекта в натуру.** Программа выполняет расчеты, необходимые для выноса в натуру проектов линейных и других сооружений. В основе алгоритма лежит решение обратной геодезической задачи на плоскости, то есть определение дирекционного угла и расстояния между точками по заданным координатам.

**3.6.7 Обработка данных по съемке и выносу в натуру методом перпендикуляров.** При съемке ситуации на местности методом перпендикуляров (линейные изыскания) программный модуль вычисляет координаты и выносные элементы по заданным координатам в прямоугольной системе координат.

**3.6.8 Вычисление площадей участков по координатам вершин.** Существует возможность вывода отчетных данных двумя способами: с указанием дирекционных углов сторон многоугольника или их румбов.

**3.6.9 Перевычисление координат.** Программа производит перевычисление координат из одной плоской прямоугольной системы координат в другую. Перевычисление координат может осуществляться как по известным параметрам перерасчета, так и с определением этих параметров по координатам совмещенных пунктов.

**3.6.10 Вывод отчетных ведомостей.** В программе реализован генератор отчетов. Для удобства пользователя используются специальные шаблоны. В процессе работы не нужно выполнять настройки отчета:

на панель инструментов рабочего окна программы выведена кнопка Отчет, которая открывает диалоговое окно для выбора формы отчета. Предложенный в окне набор форм соответствует решаемой задаче. В новой версии программы можно просмотреть отчеты в таблицах для плановой и высотной сетей без формирования отчетных форм.

**3.6.11 Создание и ведение каталога опорных пунктов.** В каталог заносятся название пункта, координаты X и Y, отметка, тип и текстовое описание пункта. К каждому пункту можно подключить файл графического изображения абриса в графическом формате. Пункты каталога можно выбирать по следующим параметрам: тип пункта; название пункта (или фрагмент названия); пункты, ближайшие к указанным координатам; пункты, находящиеся в указанной области; текстовое описание пункта (или фрагмент описания). При одновременном указании нескольких параметров будут выбраны все пункты, удовлетворяющие этим параметрам.

**3.6.12 Создание топографических планов в среде AutoCAD.** Программа позволяет кодировать точки съемки (присваивать коды соответствующих точечных и линейных топографических знаков). Топографический план автоматически создается в среде AutoCAD с помощью модуля RgsPl. В этом дополнительном модуле реализована возможность перекодировки точек ситуации: пользователи, привыкшие работать со своими кодами, могут настроить в отдельном файле соответствие своих кодов тем кодам, которые принимает программа GeoniCS Изыскания, и получать данные съемки в AutoCAD в соответствии со своей кодировкой. Кроме того, в RgsPl существует возможность принимать данные с приборов — если съемка велась в координатах, минуя модуль RGS. Таким образом, все точки ситуации сразу отображаются в AutoCAD для дальнейшей обработки.

## 3.7 Allplan

Allplan Архитектура поддерживает как обычную 2D-технологии создания рабочей документации на основе отрезков, дуг, окружностей, размеров, текста и др. каркасных объектов, так и 3D-моделирование на основе специальных 3D-элементов (стены, перекрытия, оконные и дверные проемы, лестницы, колонны, кровля и т.д.). Такая технология подразумевает создание 3D-модели на первом этапе. На втором этапе на основе модели компоуется рабочая документация. Такой подход обеспечивает все преимущества 3D-модели здания, но сохраняет и функции создания рабочей документации.

Общая 3D модель разнесена по слоям. Допустим, первая группа слоев содержит геометрию 1-го этажа, вторая – геометрию второго и т.д. Все слои и группы слоев именованы, поэтому руководителю работ или

системному администратору очень легко найти нужную информацию (в отличие от AutoCAD ). Такая продуманная структура слоев обладает большой ценностью, используется многократно для ускорения проектирования однотипных объектов. За каждым слоем закреплен владелец слоя и сотрудники, имеющие право доступа.

Внутри одного слоя можно управлять отображением через слои атрибутов. Это напоминает слои AutoCAD, но с гораздо большими возможностями. Доступ к слоям атрибутов также может производиться через группы пользователей. Допустим, архитектор создал геометрию здания, а электрику надо обеспечить кабельную разводку в здании. Allplan позволяет предоставить доступ для группы электриков к архитектурным слоям только по чтению, а к слоям, где будет спроектирована проводка – по чтению и записи.

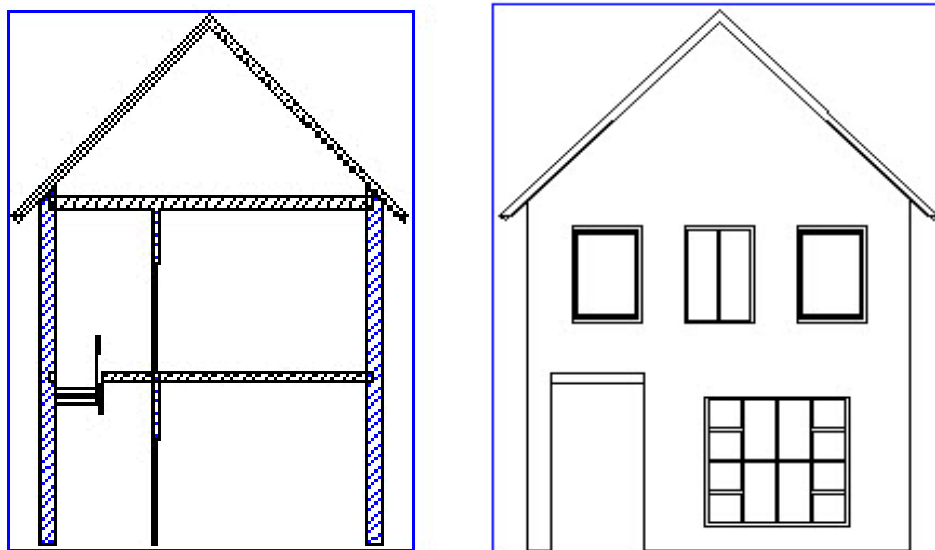
Всё проектирование стен, как правило, производится на плане (см. рис.). Высота стен определяется уровнем нижней и верхней плоскости, который задается для каждого слоя.

Анализ 3D-модели с учетом присвоенных текстур происходит в отдельном окне анимации.



Ассоциативные виды и разрезы.

Ассоциативные виды и разрезы позволяют работать с различными проекциями здания в основном окне Allplan.



Все виды обладают ассоциативностью. Например, удаление какого-либо объекта на одном из видов означает удаление на всех. Функция достаточно гибкая. Можно выбрать только часть объектов, которые должны остаться на виде. Есть диалоговое окно настройки изображения на виде и разрезе.

**3.7.1 Макросы.** Макросами в Allplan называются интеллектуальные символы, вариант изображения которых зависит от заданного масштаба и режима отображения. Макрос может представлять собой 2D- или 3D-объект. Это уникальная, оригинальная технология компании Nemetschek. С ее помощью создано представление окон, дверей и многих других объектов. Например, макросы окна для масштаба 1:100 и масштаба 1:50 имеют совершенно разный вид ( см. рис.). Все макросы хранятся в библиотеке, состоящей из отдельных папок. Пользователь располагает средствами для создания собственных макросов и сохранения их в библиотеке.



**3.7.2 Интерфейс с другими системами.** Allplan поддерживает двухсторонний гибкий интерфейс с AutoCAD. Для обмена 3D-моделями с другими CAD системами архитектурного профиля (ArchiCAD, Revit и др.)

присутствует двухсторонний интерфейс IFC для импорта-экспорта геометрии со всей описательной информацией.

Очень удобной новинкой стал экспорт 3D-модели в формат PDF. При открытии такого файла PDF в обычном Acrobat Reader пользователь видит 3D модель, а также способен управлять ее положением. Дополнительными преимуществами обладает Acrobat Professional. С его помощью можно создавать динамические разрезы модели и производить замеры. Также в формат PDF выводятся чертежи.

Очень хороший интерфейс создан для передачи модели в препроцессор SCAD, программу Форум. Форум далее производит разбиение модели на элементы и затем в SCAD выполняется расчет. Результаты расчета арматуры считываются в Allplan для раскладки арматуры на основе изополей.

Особый смысл имеет прямой двухсторонний интерфейс с программой Cinema 4D (разработчик Maxon). 3D-модель экспортируется из Allplan в Cinema 4D для качественного фотореалистичного рендеринга и создания различных спецэффектов. Из Cinema 4D в Allplan экспортируются объекты сложной формы.

С другими специалистами, применяющими Allplan, обмен поддерживается через передачу всего проекта или одного слоя (формат NDW).

Allplan поддерживает также импорт-экспорт практически всех растровых форматов.

**3.7.3 Конструирование железобетонных (ж/б) изделий в Allplan**  
**Железобетон.** Модуль армирования ж/б элементов конструкции включает самые разнообразные приемы. Во-первых армировать можно с опорой на 3D-модель или с помощью 2D-технологии. Далее, говоря о 3D-модели, то ранее конструктору было необходимо создавать для армирования промежуточную опалубочную модель на основе архитектурной модели и дополнительные виды опалубочной модели. Потом в 2008-2009 версии было реализовано армирование сразу по архитектурной модели с применением ассоциативных видов. И тот и другой способ существуют независимо и имеют свои плюсы и минусы. Преимуществом опалубочного способа является независимость архитектурного слоя и слоя с опалубкой. Конструктор и архитектор не мешают друг другу. Во втором случае связь более тесная и конструктор видит все изменения, внесенные архитектором, и приводит в соответствие конструкцию. Очень удобно фильтровать нижнюю и верхнюю арматуру с помощью уникальной техники Allplan - *слои атрибутов*.

Рассмотрим основные функции, обеспечивающие режим конструирования.

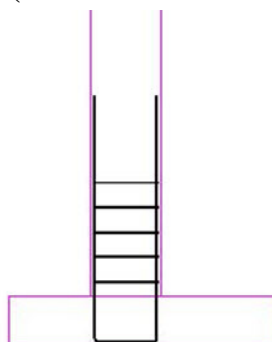
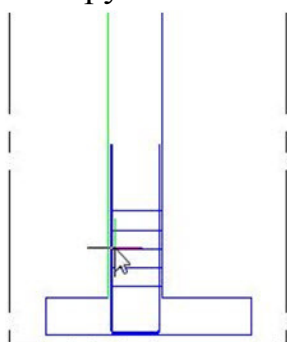


**3.7.3.1 Армирование областей.** Для выполнения операции конструктору достаточно указать границы плоского контура (или автоматически его определить), толщину защитного слоя и параметры арматуры.

В ходе операции пользователь контролирует процент арматуры или автоматически вычисляет шаг для заданного процента армирования.

В любой момент можно изменить параметры арматуры и геометрию раскладки с помощью функций редактирования.

**3.7.3.2. Армирование шаблонами FF.** Компания Nemetschek предусмотрела автоматизацию процесса армирования за счет использования стандартных комбинаций стержней для конкретных конструктивных элементов (стык колонны и подколонника, сама колонна,

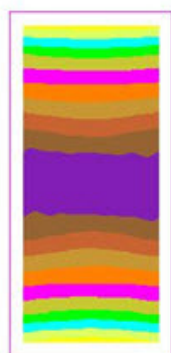


армирование области проема в стене и т.д.). Шаблон автоматически вписывается в геометрию. Затем пользователь задает диаметр и шаг арматуры в диалоговом окне и шаблон вводится в конструкцию.

**3.7.3.3. Армирование каркасами.** Allplan поддерживает армирование каркасами. Для этого вначале создается сам каркас с использованием всех доступных способов армирования. Затем он извлекается из модели путем фильтрации и записывается в библиотеку как закладная деталь. Для раскладки таких закладных деталей (каркасов) применяются стандартные функции копирования элементов.

Существуют специальные спецификации для подсчета количества каркасов и специфицирования состава каждого каркаса (см. рис.).

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Примечание
1		<u>K-33</u>	99		
3	ГОСТ 5781-82*	φ10 А-III L=2.72	3	1.68	5.04
4	ГОСТ 5781-82*	φ10 А-III L=0.40	7	0.28	1.75



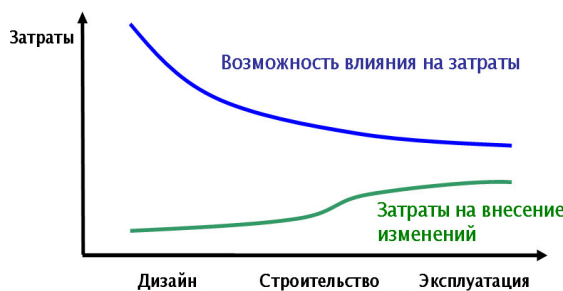
**3.7.3.4. Армирование по результатам расчета.** Allplan Железобетон поддерживает импорт файлов формата ASF.

Как правило, в любой программе, реализующей МКЭ для расчета строительных объектов (SCAD, Лира и др.), есть экспорт результатов расчета необходимого количества арматуры в файл формата ASF.

После импорта арматуры конструктор по изополям видит, сколько арматуры необходимо положить в каждой области.

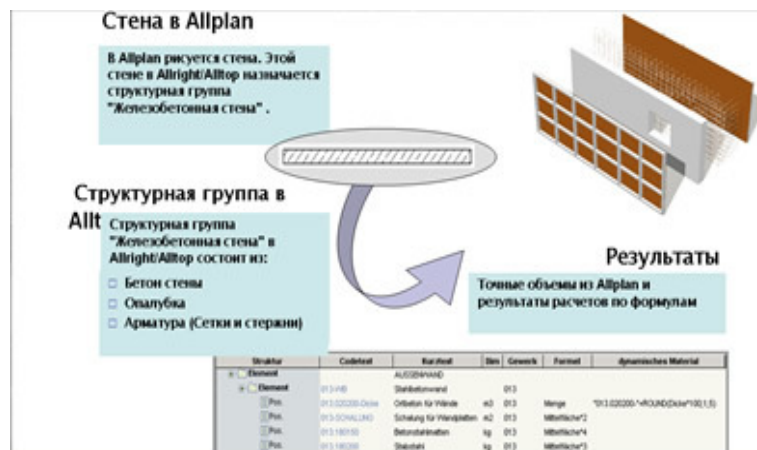
**3.7.4 Спецификации.** Очень сильной стороной Allplan является автоматическая генерация спецификаций. Кроме стандартных (очень удобных), в поставку входят спецификации по ГОСТ. В отличие от специалистов, продолжающих вручную подсчитывать количество стержней и их вес, работая в AutoCAD, пользователь Allplan получает всё автоматически. В последней версии появились экспликации. Они отличаются тем, что изменение армирования сразу же отражается на количестве арматуры в спецификации.

**3.7.5 Расчет стоимости объекта в среде Allplan VCM.** На этапе проектирования инвестору крайне важно знать, в какую сумму обойдется его заказ. Более того, в Германии введена ответственность проектного бюро, если реальная стоимость строительства превысит смету более, чем на 10%. Легче всего повлиять на затраты на этапе проектирования. Именно поэтому



Nemetschek уже на протяжении нескольких лет непрерывно совершенствует модуль расчета стоимости.

Рассмотрим принцип расчета на примере стены. При задании параметров архитектурного элемента "Стена" в процессе создания архитектурной модели пользователь определяет имя данного элемента, например, "железобетонная стена". Это наименование полностью определяет трудоемкость его изготовления, поскольку в модуле Allplan VCM для данного структурного элемента определены все виды работ и стоимость материалов. На любом этапе процесса проектирования архитектор или конструктор может рассчитать стоимость. При этом, система передает всю информацию о структурных элементах в модуль Allplan VCM. Калькуляция стоимости 1 квадратного или 1 кубического метра стены определяется на основе территориальных или федеральных единичных расценок (ТЕР или ФЕР).



турного элемента определены все виды работ и стоимость материалов. На любом этапе процесса проектирования архитектор или конструктор может рассчитать стоимость. При этом, система передает всю информацию о структурных элементах в модуль Allplan VCM. Калькуляция стоимости 1 квадратного или 1 кубического метра стены определяется на основе территориальных или федеральных единичных расценок ( ТЕР или ФЕР).

Разработчики постарались максимально упростить анализ стоимости за счет сортировки, наличия связи между геометрическим образом структурного элемента и строкой с его стоимостью в модуле Allplan BSM, исключения компонентов из списка, стоимость которых не превышает определенную величину. Есть функция сравнения стоимости близких вариантов конструкции.

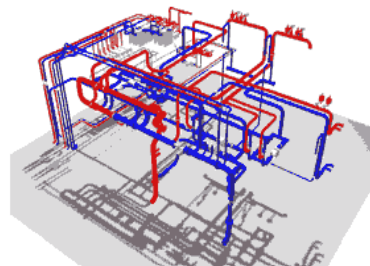
Российских пользователей также наверняка заинтересует наличие стандартного программного интерфейса АРПС и ИБД со сметными программами. Импорт информации из Allplan BSM в сметную программу по мнению специалистов значительно ускоряет создание сметы.

### **3.7.6 Allplan Инженерные системы**

#### **3.7.6.1 Отопление.**

##### **3.7.6.1.1 Расчет систем отопления.**

- Установка необходимых стояков.
- Интеллектуальные графические элементы со специальными свойствами (2D/3D конструирование трубопроводов).
- Одновременное конструирование подводящих и отводящих труб.
- Автоматическое присоединение радиаторов к этажной разводке или стояку.
- Система Тигельмана и двухтрубная система с противотоком.
- Автоматическое определение диаметров труб по критерию удельного сопротивления.
- Замена теплоносителя по плотности и вязкости.
- Ручное задание минимального диаметра труб.
- Редактирование и пополнение таблицы труб.
- Автоматический подбор фитингов.
- Надписывание ветвей.
- Изометрическое расположение системы трубопроводов и радиаторов.



##### **3.7.6.1.2 Спецификации.**

- Спецификация настроек клапанов.
- Расчет количества воды в трубах и радиаторах.
- Гидравлический расчет.
- Заказные ведомости по объектам отопления, сантехническим объектам, трубам, изоляции.

##### **3.7.6.1.3 Расчет теплопотерь и комфортное тепло**

- Теплопотери по СНиП 23-02-2003.
- Учет ориентации помещений по сторонам света и угловых помещений.
- Расчет неутепленного подвала по зонам.

- Расчет инфильтрации по СНиП.
- Расчет коэффициента теплопередачи.
- Определение поверхностей и объемов помещений для расчета теплотерь.
- Спецификация расчетов теплотерь по СНиП и DIN.
- "Комфортное тепло" по VDI 6030 (теплотери с учетом микроклимата – широкие радиаторы вдоль окон с низкой температурой подвода).
- Автоматическое размещение радиаторов в помещении под окнами.

#### **3.7.6.1.4 Ведомости помещений**

- Регистрация и надписывание номеров и обозначений помещений.
- Заимствование номеров помещений от архитектора и автонумерация.
- Выбор таблиц номеров помещений.
- Пересчет нормативной мощности в требуемую мощность радиатора.
- Размещение радиатора в 3D.
- Изменение высоты помещения в 3D.

#### **3.7.6.1.5 Подбор радиаторов**

- Данные производителей согласно VDI 3805 и EN 442.
- Автоматический подбор радиаторов по помещениям и этажам: с учетом, либо с выбором температуры подвода и отвода.
- Ручная установка радиаторов с контролем по мощности.
- Ограничение минимального/максимального размера радиатора.
- Ввод расстояния от стены.
- Изменение типа и размера радиатора.
- Автоматическое надписывание радиаторов (в т. ч. по ГОСТ).
- Определение типов присоединения и клапанов.
- Копирование/перемещение групп радиаторов, включая подключения.
- Ведомость радиаторов.
- Пополнение базы данных производителей самим пользователем через Интернет.

#### **3.7.6.1.6 Конструирование коллекторов и тепловых пунктов**

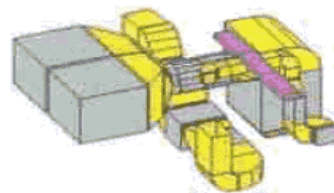
- 3D-конструирование трубопроводной сети.
- Конструирование коллектора.
- Расчет диаметра коллектора.
- Установка патрубков различных размеров.
- Автоматический доступ к таблице фланцев.
- Правка таблицы материалов труб.

- Автоматическое или произвольное надписывание.

### **3.7.6.2 Вентиляция**

#### **3.7.6.2.1 Автоматическое конструирование вентиляции**

- Интеллектуальные графические элементы (2D/3D трассы каналов).
- Простое присоединение воздухо-распределителей.
- Проектирование с вариантами расчетов.
- Функции изменения и копирования.
- Редактирование и пополнение базы данных артикулов.



#### **3.7.6.2.2 Ручное конструирование вентиляции**

- Представление в 2D/3D.
- Автоматическое надписывание размеров, длин и позиций.
- Конструирование систем определением осевых линий или краев.
- Автоматический расчет промежуточных длин колен.
- 2D/3D конструирование оборудования.
- 2D/3D конструирование систем.
- Модификация элементов канальной сети.
- Автоматическая связь поперечных сечений, заимствование сечений при присоединениях к существующему участку.
- Простое конструирование деталей произвольной формы.
- Изменения систем и их фрагментов.
- Точный расчет расстояний.
- Привязка к 3D модели здания.

#### **3.7.6.2.3 Расчет канальной сети**

- Гидравлический расчет (потерь давления).
- Дополнительно: расчет теплопритоков/тепловыделений по VDI 2078.
- Дополнительно: расчет нагрузки кондиционирования и отопления.

#### **3.7.6.2.4 Количественные оценки**

- Суммарная спецификация материалов, спецификациям изготовления, раскроечная спецификация.
- Связь со сметными системами.
- Спецификация фасонных частей с графическим изображением.

### **3.7.6.3 Водоснабжение**

- Интеллектуальные графические элементы (2D/3D конструирование трубопроводов).

- Расчет расходов холодной и горячей воды ( в т.ч. по СНиП 2.04.01-85 с учетом типа здания и количества пользователей).
- Одновременное проектирование горячего и холодного водоснабжения.
  - Автоматическое присоединение сантехнических объектов.
  - Задание произвольных точек нагрузки.
  - Расчет с использованием квартирных узлов.
  - Расчет систем (по СНиП 2.04.01-85), включающих группы с разными видами использования.
    - Автоматическое определение диаметров трубопроводов по группам пользователей: жилым единицам или квартирным узлам.
    - Расчет (по СНиП 2.04.01-85) и конструирование канализации.
    - Привязка к 3D модели здания, созданной в Allplan.

## 4. Программные комплексы для расчета и проектирования конструкций

### 4.1. ПК «ЛИРА»

Программный комплекс ЛИРА разработан еще в Советское время, в 60-70 годы, сначала только для расчета железобетонных конструкций. В то время еще не было персональных компьютеров, и исходные данные приходилось набивать на перфокарты, а сохранять информацию на магнитных лентах диаметром катушек 300 мм. Сложные задачи, которые сегодня решаются за несколько минут, решались за 5-12 часов.

Разработчик программного комплекса – Киевский НИИАСС( Научно-исследовательский институт автоматизации систем в строительстве). На базе этого же института проводится обучение и переподготовка по новым версиям. Обучение можно пройти самостоятельно по имеющейся литературе. Каждые 2-3 года выходит новая версия с включением дополнительных модулей, функций, операций. С выходом новых СП (актуализированных СНиПов) по нагрузкам и конструкциям авторам придется вносить изменения в ПК. Структура современных ПК целесообразно структурирована по видам конструкций, а внутри – по типам, элементам, узлам и деталям. Это упрощает пользователю ПК приобретение программного продукта: только нужные модули и ППП (пакеты прикладных программ).

ПК «Ли́ра» один из первых популярных и широко применяемых в проектных организациях и вузах программных продуктов в РФ и странах СНГ. «Ли́ра» развивается не только в тонкости и детали расчетов, но и в ширину, с выделением в отдельные ПК, такие как «Мономах» и «Калипсо».

Как наиболее применяемый, ПК в проектных организациях, в частности, в ПИ «ГипроНИИАвиапром» и в других проектных организациях г. Казани, рассмотрим подробно.

ПК «Ли́ра» – многофункциональный программный комплекс, предназначенный для проектирования и расчета машиностроительных и строительных конструкций различного назначения. Расчеты в программе выполняются как на статические, так и на динамические воздействия. Основой расчётов является метод конечных элементов (МКЭ). Различные подключаемые модули (процессоры) позволяют делать подбор и проверку сечений стальных и железобетонных конструкций, моделировать грунт, рассчитывать мосты и поведение зданий в период монтажа и т. д.

**Основные функции.** Программный комплекс ЛИРА имеет большую библиотеку конечных элементов (стержневые схемы, оболочки, плиты, балки-стенки, мембраны, тенты и т.д.), набор многофункциональных процессоров, большую базу стальных сортаментов. Всё это позволяет

рассчитывать конструкции любой сложности на различные виды статических и динамических воздействий. Конструирование железобетонных и стальных элементов производится в соответствии с нормами стран СНГ, Европы и США (существует поддержка английского языка на любом этапе работы, а также различные системы единиц измерений). Интеграция с САПР и прикладными программами (AutoCAD, Allplan, Stark SK, ArchiCAD, Microsoft Office, HyperSteel, AdvanceSteel, Vocad, Revit) производится с помощью файлов форматов \*.dxf, \*.mdb, \*.ifc и др.

#### **Модули. Основные процессоры ПК ЛИРА:**

- **ЛИР-ВИЗОР** – базовая система комплекса, в которой происходит построение расчётной схемы, проводятся все расчёты, а также обрабатываются и документируются результаты.

- **ЛИР-АРМ** – базовая система комплекса, предназначенная для конструирования железобетонных конструкций.

- **ЛИР-ЛАРМ** – конструирование отдельных железобетонных элементов (данные могут импортироваться из *ЛИР-АРМ*).

- **ЛИР-СТК** – базовая система конструирования стальных конструкций.

- **ЛИР-РС** – базовая система редактирования стальных сортаментов.

Позволяет удалять/добавлять различные профили металлопроката.

- **ЛИР-КС** – специализированный модуль конструирования сечений различной конфигурации.

- **ЛИР-КТС** – специализированный модуль конструирования тонкостенных сечений.

- **ЛИР-КМ** - модуль, для получения набора чертежей КМ (конструкции металлические) на основе данных, полученных в *ЛИР-ВИЗОР*. Импорт в AutoCAD, Vocad, RealSteel, AdvanceSteel.

#### ***Специальные процессоры системы ПК ЛИРА:***

- **ГРУНТ** – модуль для определения коэффициента постели, первоначально применялся в *ПК Мономах*. Позволяет с достаточной точностью смоделировать грунт основания по данным геологических отчётов.

- **МОНТАЖ-ПЛЮС** – специальный модуль, позволяющий смоделировать процесс монтажа конструкций.

- **МОСТ** – модуль предназначен для расчёта мостовых конструкций.

- **ДИНАМИКА-ПЛЮС** – расчёт физически нелинейных систем.

- **ВАРИАЦИИ МОДЕЛЕЙ** – позволяет в рамках одной расчетной схемы варьировать не только нагрузку (традиционный расчет), но и жесткостные характеристики и условия опирания (при неизменной топологии).

- **СУПЕРЭЛЕМЕНТНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА** – расчет по отдельным частям, фрагментам, с последующим объединением в общую расчетную



модель. Достоинства: параллельный расчет, экономия ресурсов, простота анализа результата.

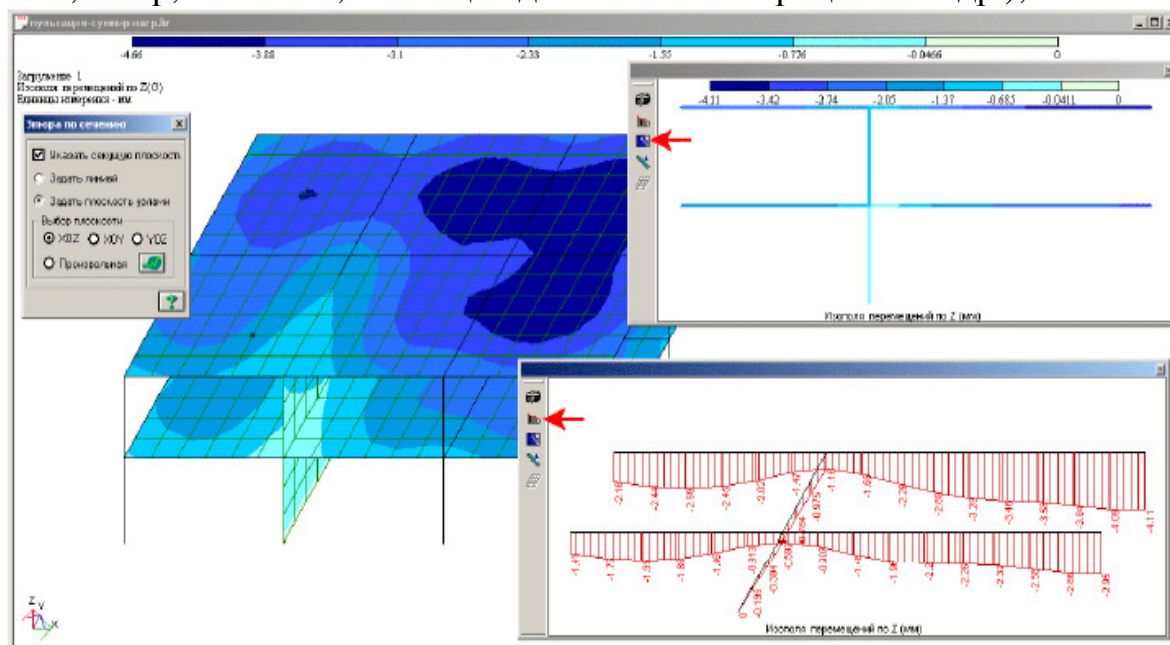
## 4.1.1 ОСНОВНЫЕ МОДУЛИ

**4.1.1.1 ЛИР-ВИЗОР** – это единая интуитивная графическая среда пользователя, включающая широкий набор удобных инструментов для создания и анализа компьютерных моделей произвольных конструкций.

– *единая* – потому что пользователь, не покидая эту среду, проходит все этапы решения, от создания расчетной схемы до анализа результатов, может переключаться в любой выбранный режим и получать информацию с любого этапа, а также просматривать одновременно окна нескольких режимов (например, анализируя результат, можно параллельно просмотреть исходные данные);

– *интуитивная* – потому что интерфейс по содержанию и наполнению организован в соответствии с требованиями и объектами предметной области, а по форме реализации наследует базовый интерфейс ОС Windows, и пользователь, знакомый с этой средой, может легко взаимодействовать с компьютером, иногда даже на интуитивном уровне;

– *графическая* – потому что ведущей формой представления проекта является графическая информация (визуализация объектов в целом и их частей, отображение результатов в виде деформированных схем, эпюр, изополей, анимация динамических процессов и др.);



ЛИР-ВИЗОР является базовой системой программного комплекса ЛИРА включающей следующие основные функции:

- визуализация расчетных схем на всех этапах ее синтеза и анализа;
- диагностика ошибок;
- наличие подробной инструкции;

- наличие контекстных подсказок, исключающих возникновение для пользователя непреодолимых ситуаций;

- наличие многочисленных и многовариантных приемов создания модели (фильтры, маркеры, дескрипторы, навигация, многоязычность, различные системы единиц измерения, построение любых сечений, масштабируемость, многооконный режим и мн. др.);

- наличие многочисленных приемов анализа результатов (построение изополей, изолиний напряжений, перемещений, эпюр усилий, анимация колебаний, построение деформированных схем, цифровая и цветовая индикация элементов и их атрибутов, регулируемый масштаб изображения);

- индикация прохождения задачи в процессоре;

- наличие развитой системы документирования.

ЛИР-ВИЗОР является гибким интерфейсом, так как содержит ряд настраиваемых параметров, основные из них следующие:

- панели инструментов (их состав, положение на экране, признак видимости);

- цветовая схема (цвет фона рабочего окна, цвета составных элементов и объектов расчетной схемы, палитра изополей результатов);

- вид и размер шрифтов;

- пути к базовым каталогам на диске для хранения файлов исходных данных и результатов;

- единицы измерения;

- выбранные языки интерфейса и документирования;

- параметры 3D-графики (наличие программного или аппаратного ускорения, используемые визуальные эффекты) и др.

В системе ЛИР-ВИЗОР реализованы принципы множественности, благодаря которым пользователю предлагается несколько сценариев взаимодействия с программным комплексом. Так, одна и та же команда может быть исполнена с использованием строки главного меню, кнопки на панели инструментов, строки контекстного меню или набора “горячих” клавиш. Система ЛИР-ВИЗОР предоставляет пользователю возможность отмены введенных операций и возврата на предыдущие шаги редактирования, а также восстановления отмененных операций. Эти функции доступны пользователю на всех этапах редактирования проекта и реализованы для неограниченного числа шагов. ЛИР-ВИЗОР обеспечивает живучесть проекта на основе реализованных функций автосохранения и импорта проекта из промежуточных и рабочих файлов.

ЛИР-ВИЗОР имеет встроенные конверторы обмена данных с другими программными комплексами на основе стандартизированных форматов данных: DXF, MDB, XML, TIFF, GIF, AVI, IFC.

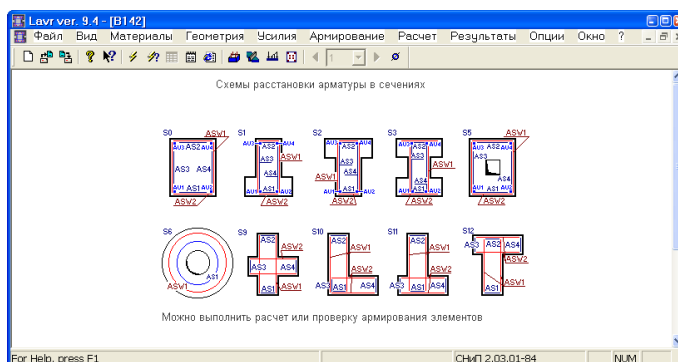
Документирующие модули ЛИР-ВИЗОР реализуют следующие функции:

- предоставление стандартных выходных форм с возможностью их гибкой настройки по составу элементов данных и формы выдачи;
- встроенные механизмы генерации пользователем новых выходных форм;
- выдача графической информации в различных векторных и растровых форматах для вывода на печатающие устройства (принтеры, плоттеры), для переноса в документы, создаваемые в специализированных документирующих программах (таких как MS Word), а также для передачи и размещения в сети Интернет;
- выдача табличной информации в формате электронных таблиц с возможностью их дальнейшей обработки, вывода и последующего хранения.

ЛИР-ВИЗОР предоставляет возможность работать как на русском, так и на английском языке. Пользователь может использовать любую действующую систему единиц измерения как при создании модели, так и при анализе результатов расчета.

**4.1.1.2 ЛИР-АРМ** – система конструирования железобетонных конструкций ЛИР-АРМ реализует подбор площадей сечения арматуры колонн, балок, плит и оболочек по первому и второму предельным состояниям в соответствии с действующими в мире нормативами. Расчетная схема и усилия импортируются из системы ЛИР-ВИЗОР. Предусмотрено использование произвольных характеристик бетона и арматуры, что имеет большое значение при расчетах, связанных с реконструкцией сооружений. Система позволяет объединять несколько однотипных элементов в конструктивный элемент и производить увязку арматуры по длине всего этого элемента. По результатам расчета формируются чертежи балок и колонн, а также создаются dxf файлы чертежей.

Реализованы следующие нормативы:  
СНиП 2.03.01-84;  
ТСН – 100;  
ДСТУ 3760-98;  
СНиП 52-01-2003;  
EuroCode 2 (только I предельное состояние).



Для подбора арматуры в пластинчатых элементах (балки-стенки, плиты, оболочки) реализована методика Карпенко для нормативов СНиП 2.03.01-84, ТСН – 100, ДСТУ 3760-98, СНиП 52-01-2003 (кроме EuroCode 2), а для EuroCode 2 реализована методика Вуда.

Для подбора арматуры в стержневых элементах реализованы универсальные итерационные оптимизирующие методы, позволяющие по однотипной методике рассчитывать сечения произвольной формы (прямоугольные, крестовые, тавровые, двутавровые, коробчатые, уголкового, круглые, кольцевые) с произвольным расположением арматуры на произвольные виды напряженного состояния (плоский изгиб, криволинейный изгиб, изгиб с кручением, плоское внецентренное сжатие – растяжение, одновременное действие всех шести видов усилий –  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $N$ ,  $Q_x$ ,  $Q_y$ ,  $M_{кр}$ ).

При подборе арматуры учитываются фундаментальные положения реализуемых норм.

В итерационных алгоритмах реализованы оптимизирующие принципы: приоритетно наращивается арматура в наиболее напряженных зонах сечения, учитывается взаимное влияние арматуры, подобранной по разным РСУ или РСН. Реализованные алгоритмы отвечают требованиям гибкости, так как пользователю предоставляется возможность назначать режимы подбора арматуры:

- выбирать тип расположения арматуры по сечению (симметричное относительно одной или двух главных осей сечения, равномерное расположение арматуры вдоль заданных граней, произвольное расположение арматуры);

- назначать режим «угловые стержни», по которому универсальный алгоритм приоритетно наращивает площадь арматуры в угловых зонах – в ряде случаев такой подход позволяет сократить расход арматуры на 20-30% по сравнению с другими типами расположения арматуры по сечению;

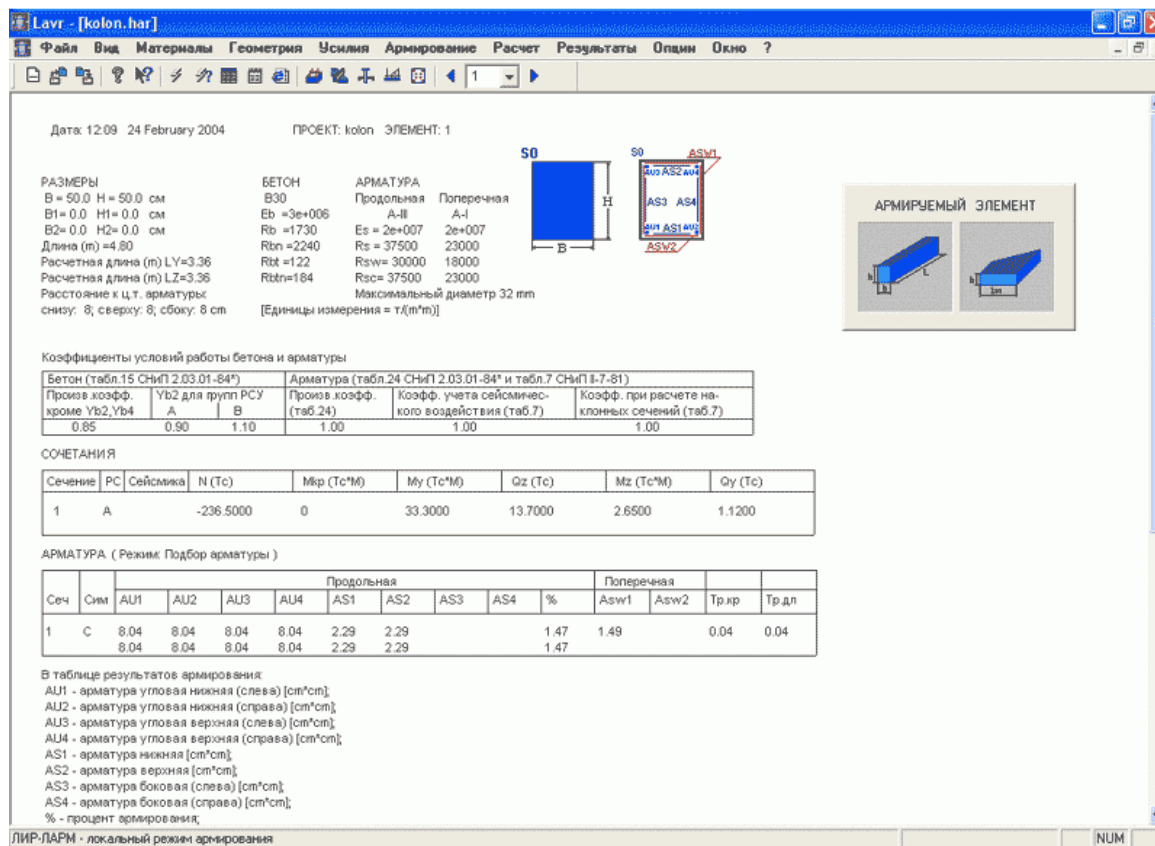
- назначать предельные диаметры арматурных стержней при подборе арматуры по второму предельному состоянию, так как назначение меньших диаметров улучшает сопротивляемость железобетонного элемента трещинообразованию, и в этом случае, площадь требуемой арматуры может быть значительно уменьшена;

- регулировать параметры итерационного процесса, несколько уменьшая точность подбора арматуры (в этом случае, погрешность может составлять 3-5%), но значительно увеличивая быстродействие алгоритма и наоборот.

**4.1.1.3 ЛИР-ЛАРМ** – Система реализует режим конструирования отдельного железобетонного стержневого или пластинчатого элемента в соответствии с нормативными требованиями.

Расчетная схема элемента и действующие на него усилия могут импортироваться из системы ЛИР-АРМ или задаваться непосредственно пользователем. Производится подбор арматуры, а также проверка заданного армирования для выбранного элемента. ЛИР-ЛАРМ обладает удобными инструментами задания и редактирования параметров сечений,

данных о материалах, информации об усилиях, наборах РСУ или РСН, снабжена развитой системой документирования и контекстной справкой.



Реализованы следующие нормативные документы:

СНиП 2.03.01-84

ТСН – 100

ДСТУ 3760-98

СНиП 52-01-2003

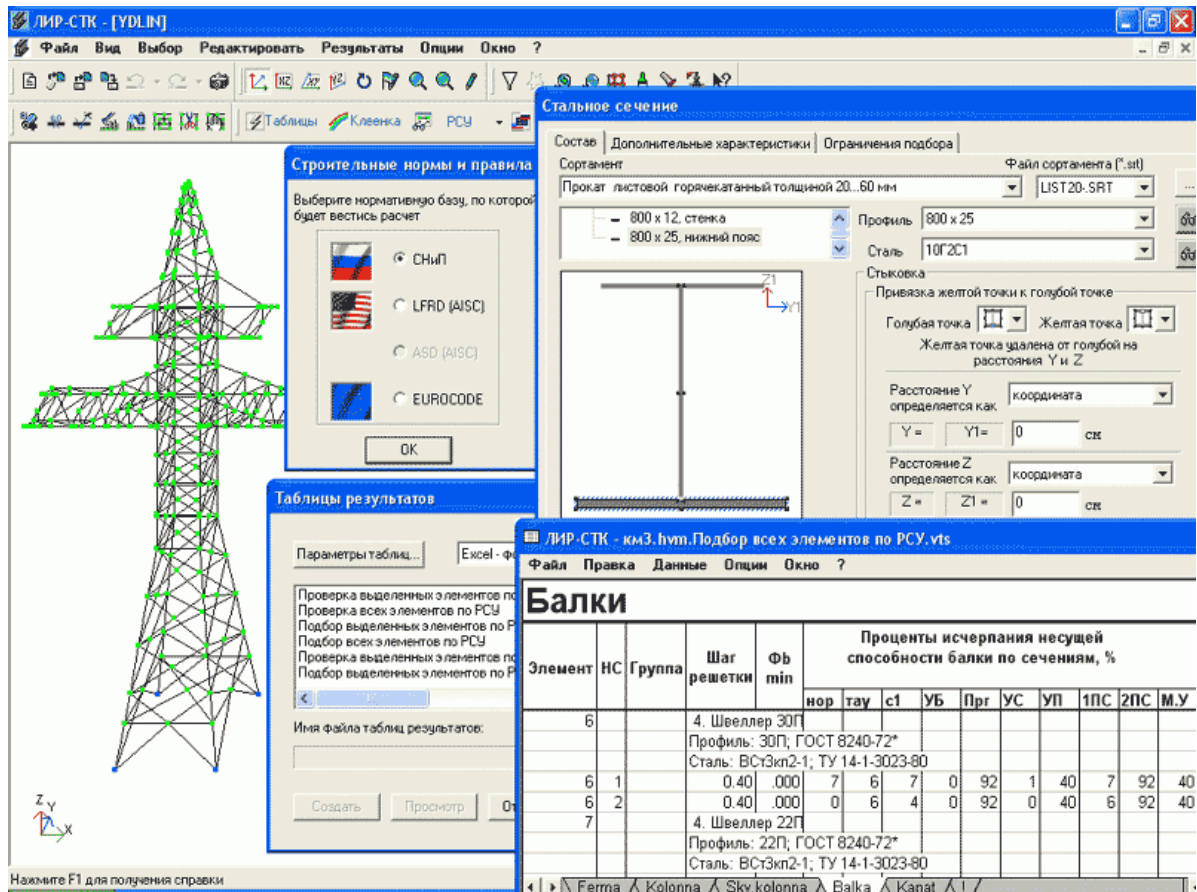
EuroCode 2 (только I предельное состояние)

**4.1.1.4 ЛИР-СТК** – Система ЛИР-СТК предназначена для конструирования стальных конструкций.

ЛИР-СТК работает в двух режимах – подбора сечений элементов стальных конструкций, таких, как фермы, колонны и балки, и проверки заданных сечений в соответствии с действующими в мире нормативами. Позволяет объединять несколько однотипных элементов в конструктивный элемент, выполнять унификацию конструктивных элементов. ЛИР-СТК может функционировать в локальном режиме, позволяя проверить несколько вариантов при конструировании требуемого элемента. Система снабжена развитой системой документирования и контекстной справкой.

ЛИР-СТК содержит модуль конструирования и расчета узлов стальных конструкций. Библиотека параметрических узлов постоянно пополняется и в настоящее время содержит в основном узлы, присущие

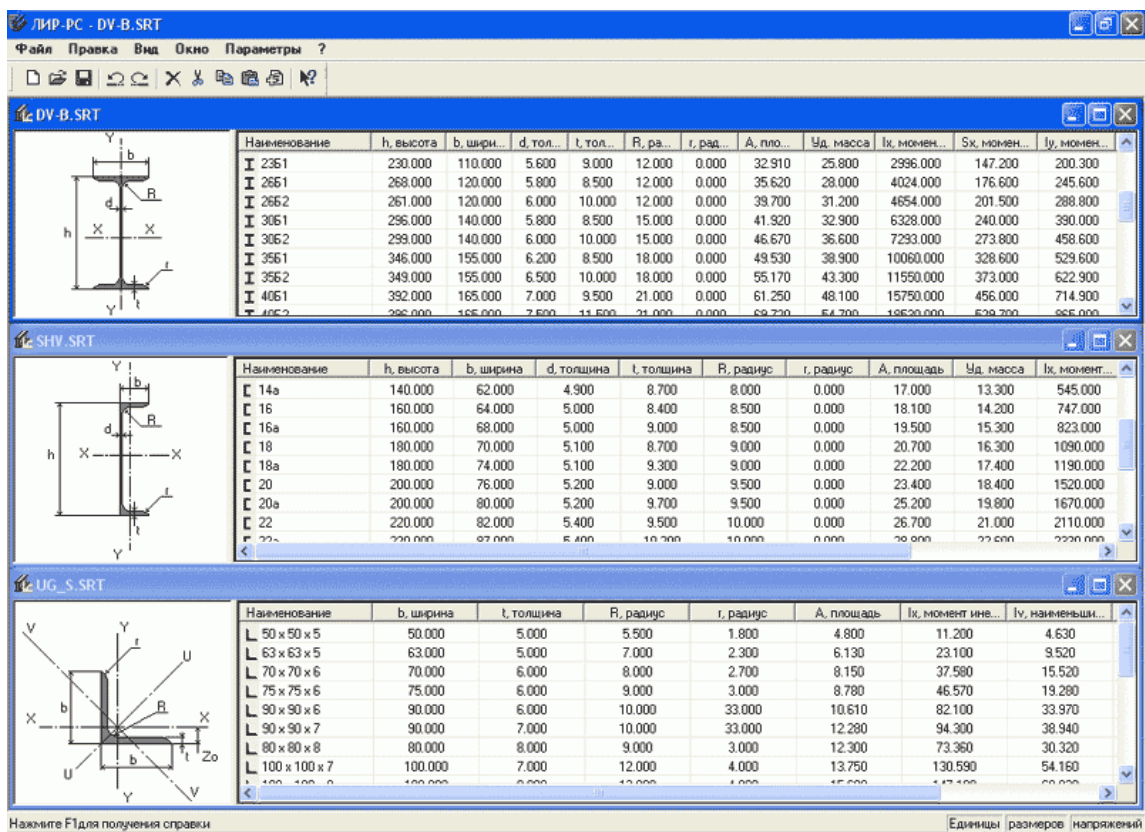
стальному каркасу: узлы балочного роста, примыкание ригелей к колонне, опорные узлы колонн, примыкание связей и др. Имеется режим составления сложных узлов из более простых. Так, на основе простых узлов «примыкание ригеля к колонне» и «примыкания связей» можно составить сложный узел примыкания трех ригелей и четырех связей к колонне.



ЛИР-СТК является базовой для системы ЛИР-КМ, экспортируя в нее информацию о конструктивной схеме, подобранных и унифицированных сечений элементов, унифицированных и рассчитанных узлах.

**4.1.1.5 ЛИР-РС – Система редактирования стальных сортаментов**  
 ЛИР-РС предназначена для создания новых и редактирования существующих сортаментных баз прокатных и сварных профилей.

ЛИР-РС информационно связана с расчетными и конструирующими системами ПК ЛИРА. ЛИР-РС включает широкий набор существующих сортаментных баз профилей и сталей стран СНГ, Европы и США. ЛИР-РС является открытой системой, так как пользователю предоставляются средства для создания новых и редактирования уже включенных сортаментов.

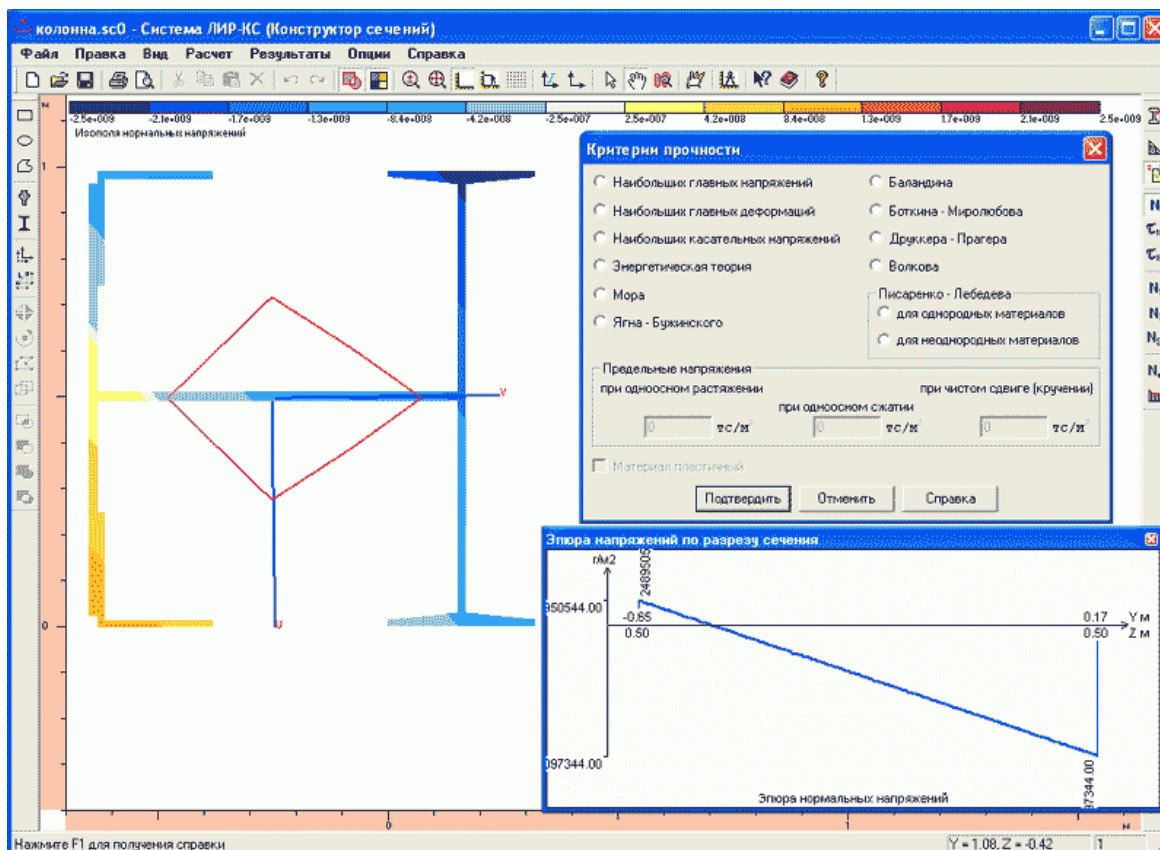


**4.1.1.6 ЛИР-КС** – Система (Конструктор Сечений) представляет собой специализированную графическую среду и содержит инструменты для формирования сечений произвольной конфигурации. Система снабжена процессором для вычисления их осевых, изгибных, крутильных, сдвиговых и пластических характеристик. Предоставляется возможность конструировать сложные сечения, составленные из простых. Допускается импорт стандартных профилей из системы ЛИР-РС. Для получения сечения произвольной формы используются булевы операции сложения и вычитания плоских фигур.

ЛИР-КС информационно связана с системой ЛИР-ВИЗОР. Созданное сечение можно экспортировать в ЛИР-ВИЗОР и присвоить его соответствующему элементу. Имеется также возможность импортировать в ЛИР-КС усилия, полученные после расчета. Это позволяет получить картину распределения напряжений по сечению – нормальных, касательных, главных и эквивалентных.

**4.1.1.7 ЛИР-КТС** – Система представляет собой специализированную графическую среду и содержит инструменты для формирования тонкостенных сечений произвольной конфигурации - открытых, замкнутых, полужамкнутых. Система снабжена процессором для вычисления секториальных и геометрических характеристик сечения. Вычисляются также координаты центров изгиба и кручения. Отображаются эпюры секториальных характеристик.

ЛИР-КТС информационно связана с системой ЛИР-ВИЗОР. Созданное сечение можно экспортировать в ЛИР-ВИЗОР и присвоить его соответствующему элементу. При наличии усилий в заданном сечении производится отображение картины нормальных, касательных, главных и эквивалентных напряжений.



**4.1.1.8. ЛИР-КМ** - Система ЛИР-КМ предназначена для получения в автоматизированном режиме полного набора рабочих чертежей КМ.

На основе информации, импортируемой из ЛИР-ВИЗОР (конструктивная схема, рассчитанные и унифицированные сечения элементов, рассчитанные и унифицированные конструкции узлов) производится построение монтажной схемы элементов, ведомости элементов, чертежей узлов, необходимых примечаний, спецификации. Пользователь имеет возможность управлять компоновкой чертежей, расположением на них схем, отдельных деталей, таблиц, примечаний.

Система ЛИР-КМ является стартовой для организации конверторов ПК ЛИРА с другими графическими системами стальных конструкций (**Bocad, RealSteel, AdvanceSteel**).

Система ЛИР-КМ предоставляет пользователю возможность расчета и проектирования с последующим вычерчиванием широкого набора узлов металлических конструкций, который непрерывно пополняется.



## 4.1.2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПОЦЕССОРЫ

**4.1.2.1 ГРУНТ** – Система ориентирована на автоматическое определение переменного, по области фундаментной плиты, коэффициента постели.

По данным инженерно-геологических изысканий площадки строительства (расположение и характеристики скважин), производится построение трехмерной модели грунта. В соответствии с этой моделью по всей области плиты определяются значения вертикальных напряжений, зависящих от нагрузок на плиту и близлежащие здания, а также вычисляется глубина сжимаемой толщи и осадка.

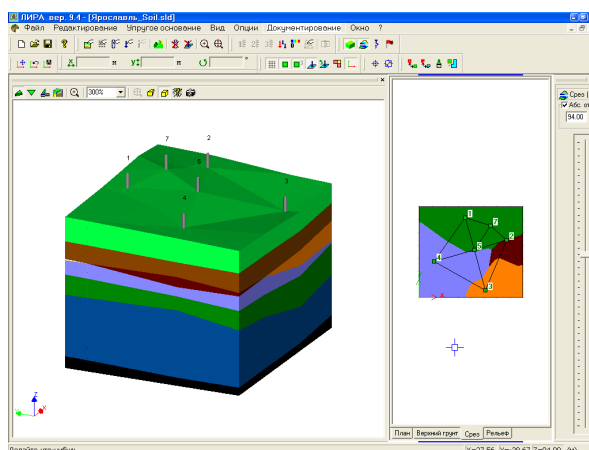
Осадки могут быть вычислены по схеме линейно-упругого полупространства в соответствии с положениями СНиП 2.02.01-83\* и СП 50-101-2004.

Коэффициенты постели могут быть вычислены по трем методикам.

По желанию пользователя в автоматическом режиме может быть организован итерационный процесс, уточняющий давление на грунт под подошвой проектируемой плиты.

Пользователь имеет возможность просмотреть расположение слоев в произвольных вертикальных и горизонтальных срезах грунтового массива, а также картину изополей коэффициентов постели.

Величины коэффициентов постели для каждого конечного элемента автоматически передаются в общую компьютерную модель для дальнейшего расчета конструкции совместно с грунтовым основанием.



**4.1.2.2 Система МОНТАЖ-плюс** – позволяет провести компьютерное моделирование процесса возведения конструкции, проследив последовательное изменение конструктивной схемы, установку и снятие монтажных нагрузок.

Имеется возможность на отдельных этапах расчета изменять жесткостные характеристики элементов, что может оказаться полезным при необходимости учета постепенного набора прочности бетоном или изменения прочности и жесткости железобетонных элементов в результате замораживания – размораживания. На определенных стадиях возведения имеется возможность проводить расчет в физически и геометрически нелинейной постановке.

В рамках применения системы МОНТАЖ-плюс имеется возможность моделировать процесс предварительного натяжения конструкции (вантовые конструкции, анкера шпунтовых ограждений и др.)

Отдельные возможности системы МОНТАЖ-плюс продемонстрированы в разделе «Избранные объекты»: пример №... (колонна), пример №... (котлован).

При моделировании жизненного цикла сооружения, окончательно возведенная конструкция с «замороженными» напряжениями ползучести, полученными на основе системы МОНТАЖ-плюс, может служить стартовой стадией для дальнейшего расчета на нагрузки, соответствующие эксплуатационной стадии.

**4.1.2.3 Система МОСТ** – Система МОСТ ориентирована на расчет мостовых конструкций (балочные, арочные, вантовые, висячие) и позволяет получить поверхности влияния усилий от подвижной нагрузки в заданном сечении. На основе полученных усилий составляются расчетные сочетания усилий или расчетные сочетания нагрузений.

Для проектировщика мостовых конструкций плодотворным является использование результатов расчета полученных в системе МОСТ, в программах, входящих в пакет прикладных программ МОСТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ, где имеется возможность по полученным обобщенным усилиям в сечении пролетного строения определить напряжения и рассчитать на прочность и устойчивость отдельные участки: участок стенки, участок стенки с примыкающим ребром, участок плиты проезжей части с учетом местной нагрузки и т.д.

**4.1.2.4 Система ДИНАМИКА-плюс** в отличие от расчета на динамические воздействия, реализованного в линейном процессоре на основе методов спектрального анализа, позволяет рассчитать на динамические воздействия нелинейно деформируемые конструкции – конструкции с односторонними связями, физически нелинейные системы, имеющие зависимость в виде диаграммы Прандтля. Реализован метод прямого интегрирования. На основе системы ДИНАМИКА-плюс легко провести компьютерное моделирование поведения нелинейно деформируемой конструкции от динамического воздействия во времени.

Система ДИНАМИКА-плюс в настоящее время ориентирована на решение исследовательских задач, так как включение ее в традиционную технологическую цепочку автоматизированного проектирования конструкций пока затруднительно.

**4.1.2.5 Система ВАРИАЦИИ МОДЕЛЕЙ** – позволяет в рамках одной расчетной схемы варьировать не только нагрузки (традиционный расчет), но и жесткостными характеристиками и условиями опирания (при неизменной топологии). Полученные усилия от различных нагружений, с различными вариациями жесткостей и условий опирания объединяются и

могут быть включены в традиционную цепочку автоматизированного проектирования (PCU или PCN – КОНСТРУИРУЮЩАЯ СИСТЕМА – ЭСКИЗЫ ЧЕРТЕЖЕЙ).

Применение этой системы может быть полезно при расчете на сейсмические воздействия с увеличенными жесткостными характеристиками грунтового основания, при расчете конструкций с различными вариантами расположения карстов, в ряде случаев при расчете на форс-мажорные нагрузки и др.

**4.1.2.6 Суперэлементный Метод Расчета** – в ПК ЛИРА реализована возможность работы с суперэлементной расчетной моделью. На количество неизвестных не налагается никаких ограничений. Выбор разбивки схемы на суперэлементы или только на конечные элементы остается за пользователем.

Использование суперэлементов целесообразно в следующих основных случаях:

- предполагаемая размерность задачи при конечно-элементной разбивке превосходит возможности компьютера (память, быстродействие, плохая обусловленность матрицы);
- в задаче содержится большое количество идентичных конструктивных элементов (панели, объемные блоки и т.п.);
- в задаче присутствуют типовые конструктивные элементы, которые уже были сформированы для ранее рассчитанных объектов;
- в задаче имеет место локальное сосредоточение нелинейно деформируемых элементов.

Часто встречается ситуация, когда задача содержит несколько разнородных объектов, которые различаются по материалу, по набору конечных элементов, по геометрии и т.п. Это может быть, например, силосный комплекс, связанный галереями и опирающийся на плиту на упругом основании. Представление такого объекта в виде конечно-элементной схемы приводит к очень большой размерности задачи, а расчленение его на суперэлементы может существенно ее уменьшить. В этом случае расчетная модель может состоять из трех типов суперэлементов: первый – плита на упругом основании, второй – силосная башня и третий – конструкция галереи.

Еще пример. При расчете панельных домов мелкая разбивка каждой панели приводит к большой размерности задачи, а применение суперэлементов позволяет существенно снизить влияние размерности подобных задач на скорость их выполнения. При этом еще следует учесть, что количество типов суперэлементов в подобных задачах, как правило, невелико.

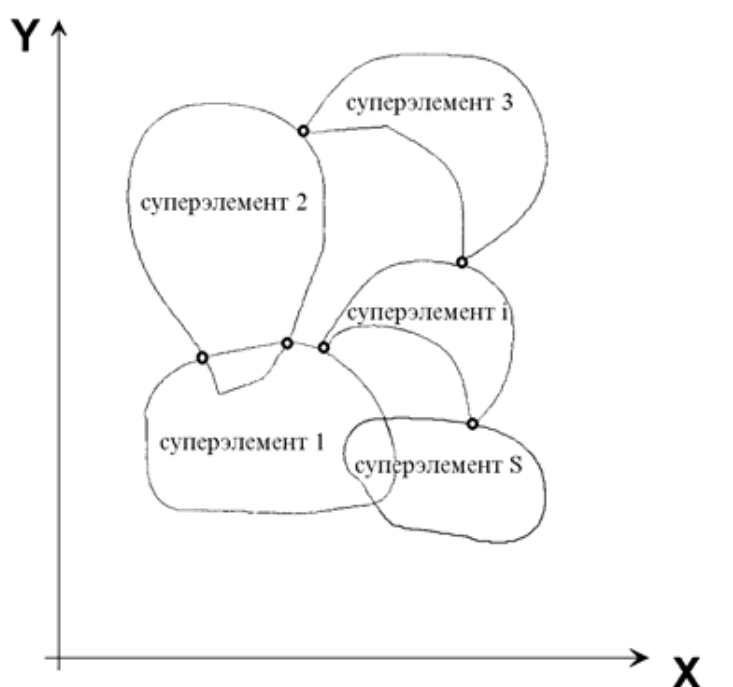
Существенного сокращения времени счета можно достичь при решении нелинейных задач, в которых присутствуют крупные линейно

деформируемые включения. Например, сложные здания (панельные или каркасные дома, силосные башни, резервуары), опирающиеся на упругое основание. Для таких зданий учет нелинейной работы основания имеет существенное значение. В этом случае надземное строение необходимо объявить суперэлементом, матрица жесткости которого на каждом шаге нелинейного расчета остается неизменной.

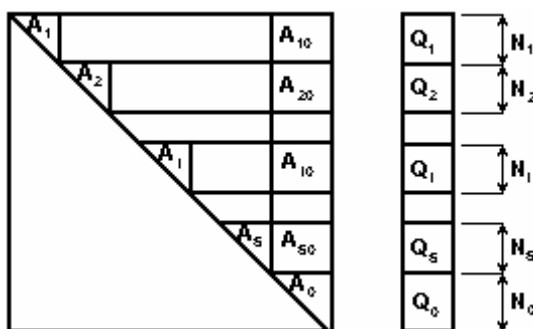
Применение суперэлементов требует определенного навыка, поэтому рекомендуется осваивать работу с ними только после подробного ознакомления со всеми другими возможностями ПК ЛИРА.

При использовании суперэлементной модели конструкции, основная расчетная схема расчленяется на несколько расчетных схем, которые называются схемами суперэлементов. Узлы стыковки суперэлементов с основной схемой называются суперузлами.

Алгоритм решения задачи с применением метода суперэлементов (МСЭ) основывается на следующей идеологии: пусть исследуемый объект расчленен на  $S$  подсхем (суперэлементов), которые объединяются в общую основную схему при помощи  $N_0$  узлов (суперузлов).



Если через  $N_1$  обозначить количество внутренних узлов первого суперэлемента, через  $N_2$  - узлов второго и т.д., а затем пронумеровать суперузлы, то система уравнений примет вид:



Решение задачи в такой постановке можно провести двумя способами: либо составить систему уравнений полностью и решить ее, либо составлять и решать ее по частям. Сначала составить уравнения для первого суперэлемента, т.е.  $A_1$ ,  $A_{10}$ ,  $Q_1$  и частично  $A_0$ ,  $Q_0$ , затем сделать исключение  $N_1$  неизвестных. Далее проделать то же для остальных суперэлементов, сложить отдельные части  $A_0$ ,  $Q_0$ , решить полученные уравнения, и определив перемещения суперузлов, сделать обратный ход для всей системы.

Если суперэлементы отличаются один от другого, то оба способа идентичны как в отношении количества вычислений, так и в отношении точности счета. Если же в схеме имеются одинаковые суперэлементы, то количество вычислений можно существенно сократить, если проделать все вычисления для одного из них и полученные результаты использовать для остальных суперэлементов этого же типа. Такой подход справедлив и в том случае, когда суперэлементы одного типа различно ориентированы относительно глобальной системы координат основной схемы.

Теоретически, суперэлементы в свою очередь можно расчленять на подсхемы (суперэлементы 2-го ранга), развивая этот процесс и организуя своеобразную многогранговую рекурсию. Расчленение на подсхемы обычно не вызывает особых затруднений. Как правило, оно органически связано с конструктивными особенностями объекта как, например, в зданиях из объемных блоков.

В ПК ЛИРА реализован только один ранг суперэлементов. Разработчики полагают, что в подавляющем большинстве случаев этого достаточно для описания расчетной схемы очень высокой размерности.

Рассматривая суперэлементы как конечные элементы, для которых матрица жесткости строится не аналитически, а при помощи численного расчета, можно предложить два алгоритма построения матрицы жесткости. Первый заключается в том, что на суперузлы рассматриваемого суперэлемента налагаются связи, а элементы матрицы жесткости определяются как реакции в этих связях от последовательных единичных смещений по направлению этих связей.

Другой алгоритм основывается на том, что в физическом смысле исключение  $j$ -того неизвестного по Гауссу соответствует освобождению от  $j$ -ой связи. Это приводит к следующей схеме построения матрицы жесткости: составляются канонические уравнения для всех узлов  $i$ -того суперэлемента; производится исключение **N1** неизвестных, соответствующих внутренним узлам; оставшаяся часть **N10** не исключенных уравнений, соответствующих суперузлам, и будет искомой матрицей жесткости

В ПК ЛИРА использован алгоритм второго типа. При этом, суперузлы для суперэлемента должны нумероваться в последнюю очередь. Связанные с таким подходом затруднения в ПК ЛИРА преодолены следующим образом. Во-первых, нумерация степеней свободы для суперузлов (с учетом того, что они должны иметь последние номера) производится автоматически. Это позволяет не заботиться о порядке нумерации узлов суперэлемента. Во-вторых, в ПК ЛИРА реализован метод Гаусса, использующий существенную «разрыхленность» матрицы канонических уравнений, то есть некий симбиоз ленточного Гаусса, Гаусса с учетом «небоскрежной структуры», фронтального метода, метода «спринт». Тогда составление системы уравнений производится в компактной форме - составляется информация только о ненулевых элементах с учетом их расположения в системе уравнений, а разворачивание производится только в процессе исключения.

Информацией о наличии суперэлементов в схеме является их особая индексация в исходных данных. Каждый тип суперэлемента описывается и задается полным комплектом документов, как для отдельной расчетной схемы, за исключением некоторых изменений.

После ввода исходных данных производится проверка на наличие в них суперэлементов.

При наличии суперэлементов организуется последовательный ввод исходных данных для каждого типа суперэлемента. Построение матрицы жесткости и определение супернагрузок (приведение нагрузки с области суперэлемента в суперузлы) реализованы как отдельный, специально построенный расчет.

Полученная система канонических уравнений обрабатывается неполным прямым ходом по Гауссу до неизвестных, относящихся к суперузлам. Необработанная часть системы канонических уравнений является искомой матрицей жесткости рассчитываемого суперэлемента и записывается в соответствующие наборы данных.

Аналогичным образом производится определение супернагрузок. Если нагрузка распределена по области суперэлемента, то выполняется построение столбцов правых частей канонической системы и их обработка неполным прямым ходом Гаусса. Необработанные элементы столбцов

являются супернагрузками для рассматриваемого суперэлемента и записываются в соответствующие наборы данных.

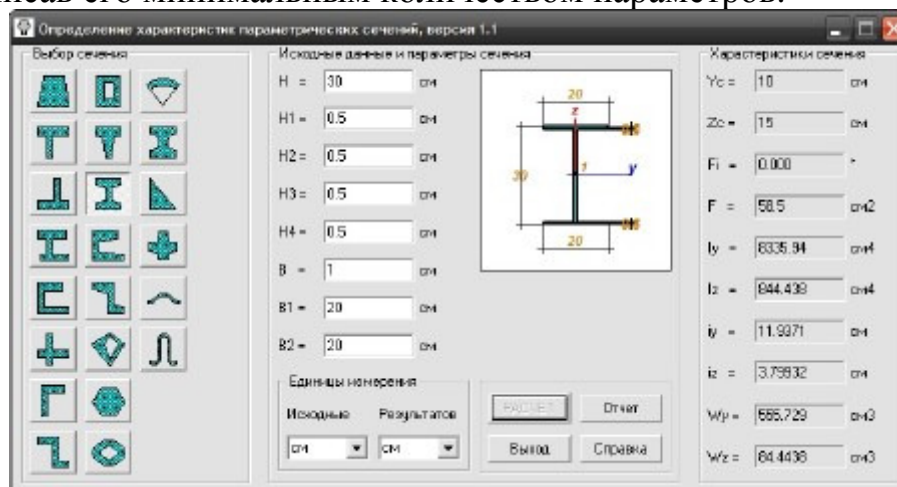
После этого производится расчет основной схемы. В результате решения системы канонических уравнений основной схемы определяются перемещения суперузлов. Затем производится расчет каждого суперэлемента, который по сути является расчетом на заданные перемещения, а именно перемещения суперузлов, полученные из расчета основной схемы. Здесь используется уже имеющаяся система канонических уравнений суперэлемента, обработанная неполным прямым ходом по Гауссу. Для нее выполняются несколько (по количеству загружений) обратных ходов. И, наконец, вычисляются перемещения внутренних узлов суперэлемента и определяются остальные компоненты напряженно-деформированного состояния.

### 4.1.3. Пакет Прикладных Программ ПК Лири

#### 4.1.3.1 ПП Геометрические характеристики сечений

##### 1) Геометрические характеристики параметрических сечений.

Программа позволяет рассчитать геометрические характеристики сечения из имеющихся в наличии типов наиболее распространенных сечений, описав его минимальным количеством параметров.



2) Сечения пролетных строений стальных мостов. Программа позволяет создать произвольное сечение пролетного строения с расширенным набором подкрепляющих элементов и определить его базовые геометрические характеристики.

3) Тонкостенные сечения. Программа позволяет рассчитать геометрические характеристики тонкостенного сечения для наиболее распространенных типов. Кроме обычных геометрических характеристик определяются характерные для тонкостенного сечения характеристики: центр изгиба, центр кручения, сдвиговые площади, секториальный момент инерции, эпюры секториальных координат.

#### 4.1.3.2 Прикладная Программа (ПП) Статика. Динамика. Устойчивость

1) Статический расчет неразрезных балок. Программа предназначена для статического расчета многопролетной неразрезной балки (до пяти пролетов с двумя консолями). Сечения пролетов могут быть разными, имеется возможность учета податливости опор, нагрузка в трех загрузениях задается произвольная. Результатом расчета являются эпюры перемещений, углов поворота, изгибающих моментов и перерезывающих сил.

2) Линии влияния в неразрезных балках. Программа предназначена для построения линий влияния перемещений, углов поворота, изгибающих моментов и перерезывающих сил от подвижных нагрузок в многопролетной неразрезной балке (до пяти пролетов с двумя консолями). Сечения пролетов могут быть разными, имеется возможность учета податливости опор. Кроме стандартных нагрузок А8 и АИ может задаваться пользовательская подвижная нагрузка.

3) Расчет ферм. Программа предназначена для определения перемещений узлов и усилий в элементах наиболее часто встречающихся в практике плоских ферм различного очертания.

4) Расчет параметрических плоских рам. Программа предназначена для статического расчета наиболее часто встречающихся в практике плоских рам различного очертания. Результат расчета – эпюры перемещений, изгибающих моментов, нормальных и перерезывающих сил.

5) Расчет плоских рам. Программа предназначена для статического расчета плоских рам и ферм произвольного очертания под произвольную силовую и деформационную нагрузку. Результатом расчета являются эпюры перемещений, изгибающих моментов, нормальных и перерезывающих сил.

6) Расчет прямоугольной плиты на упругом основании. Программа предназначена для статического расчета прямоугольных плит на упругом основании. Нагрузки задаются равномерно распределенными как по всей площади плиты, так и по заданному произвольному штампу, а также в виде линейных и сосредоточенных сил. Результатом расчета являются изополя усилий и перемещений, а также напряжений в основании с выдачей их численных значений в отчет в указанных пользователем точках.

7) Расчет прямоугольной плиты. Программа предназначена для статического расчета прямоугольных плит покрытий и перекрытий с произвольно расположенным прямоугольным отверстием. Опорные закрепления задаются на произвольных участках контура. Нагрузки задаются равномерно распределенными как по всей площади плиты, так и по заданному произвольному штампу, а также в виде линейных и



сосредоточенных сил. Результатом расчета являются изополя усилий и перемещений с выдачей их численных значений в отчет в указанных пользователем точках.

8) Расчет балки - стенки. Программа предназначена для статического расчета балок-стенок с произвольно расположенным прямоугольным отверстием. Опорные закрепления задаются на произвольных участках нижнего края. Нагрузки задаются неравномерно распределенными или сосредоточенными по верхнему краю. Результатом расчета являются изополя напряжений и перемещений с выдачей их численных значений в отчет в указанных пользователем точках.

9) Расчет оболочки на прямоугольном плане. Программа предназначена для статического расчета выпуклых параболических, цилиндрических и сферических оболочек на прямоугольном плане. Оболочка может опираться на контурный элемент. Нагрузки задаются равномерно распределенными как по всей площади оболочки, так и по заданному произвольному штампу, а так же в виде линейных и сосредоточенных сил. Результатом расчета являются изополя (в оболочке) и эпюры (в опорном контуре) усилий и перемещений с выдачей их численных значений в отчет в указанных пользователем точках.

#### **4.1.3.3. III Железобетонные конструкции**

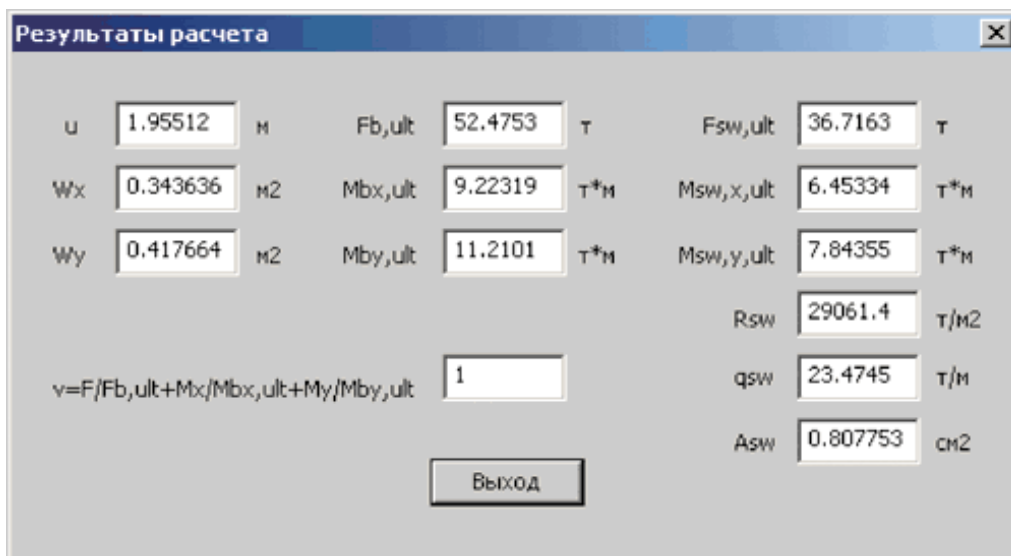
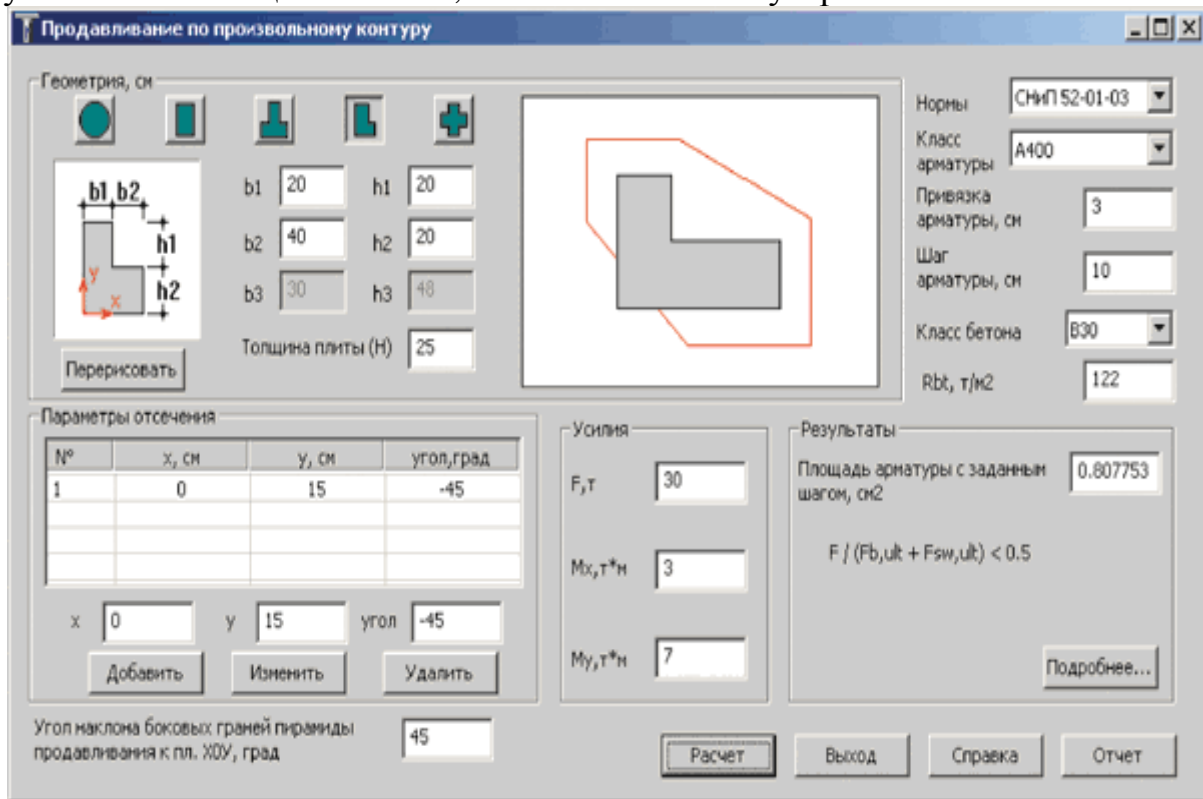
1) Характеристики бетона. Приведены справочные данные по нормативным и расчетным сопротивлениям бетона для предельных состояний первой и второй группы.

2) Сортамент арматуры. Приведены справочные данные о расчетной площади и теоретической массе погонного метра арматуры в зависимости от количества и диаметра стержней. Программа снабжена различными интеллектуальными функциями: определением соответствия количества и диаметров стержней для заданной площади и др.

3) Расчет сечений железобетонных элементов. Программа предназначена для подбора арматуры в сечениях железобетонных элементов по первому и второму предельному состоянию в соответствии с различными нормативными документами: СНиП 2.03.01-84\*, СНиП 52-01-2003, Eurocode 2, ДСТУ 3760-98, ТСН-100. Типы рассчитываемых сечений включают: прямоугольное, тавровое, двутавровое, уголковое, крестовое, круглое, кольцевое, коробчатое. Реализован расчет на все виды напряженного состояния: центральное сжатие, изгиб, плоское внецентренное сжатие-растяжение, косой изгиб, а также самый общий случай для набора усилий  $N$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_{кр}$ ,  $Q_x$ ,  $Q_y$ .

4) Расчет железобетонных плит на продавливание. Программа предназначена для расчета железобетонных плит на продавливание в соответствии со СНиП 2.03.01-84\*.

В соответствующих случаях выдается сообщение о необходимости увеличения толщины плиты, класса бетона или устройства капителей.

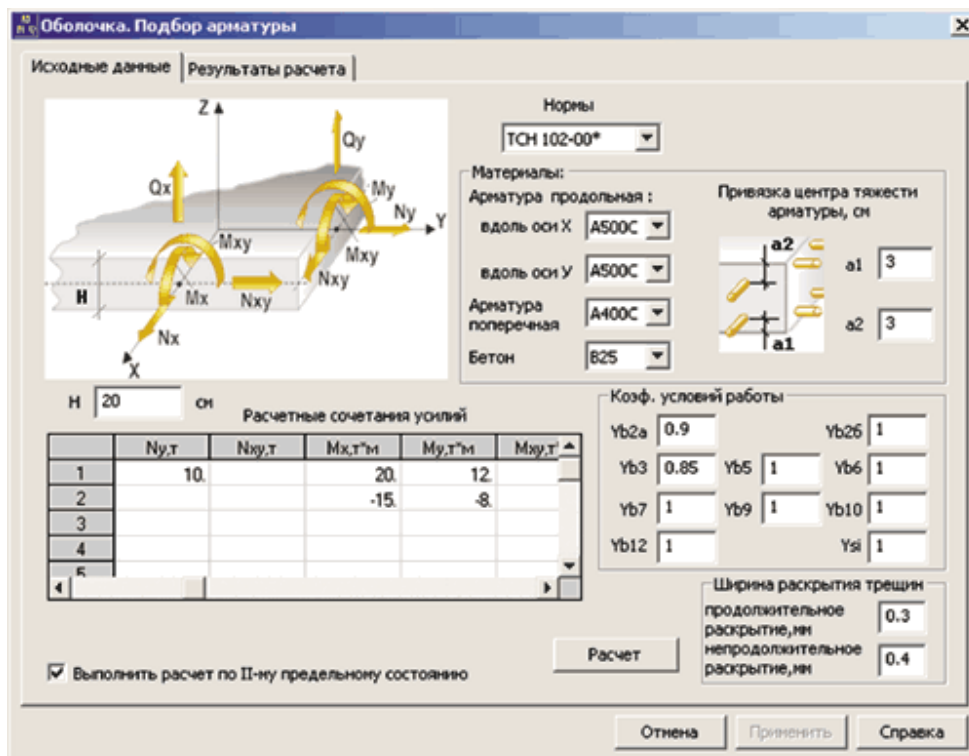


5) Расчет арматуры в железобетонной плите. Программа предназначена для подбора арматуры в пластинчатых железобетонных конструкциях с напряженным состоянием изгибаемых элементов по первому и второму предельному состоянию в соответствии с различными нормативными документами: СНиП 2.03.01-84\*, СНиП 52-01-2003, Eurocode 2, ДСТУ 3760-98, ТСН-100. Для заданной толщины плиты, класса

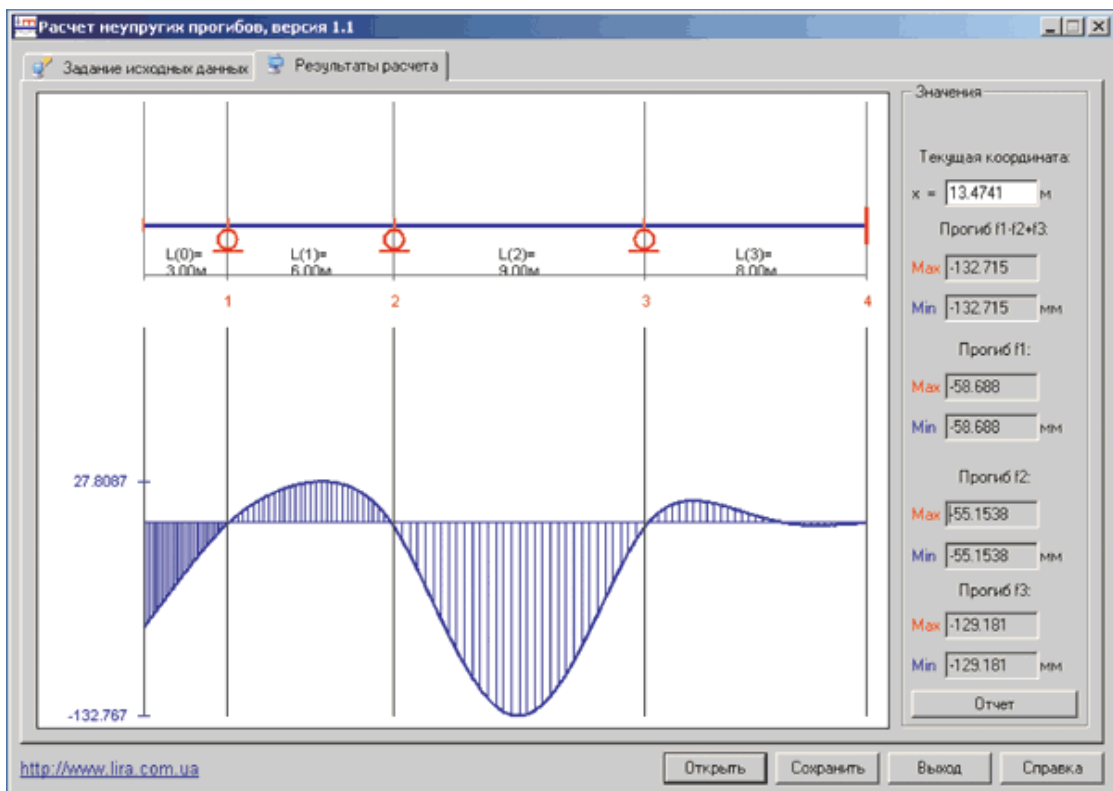
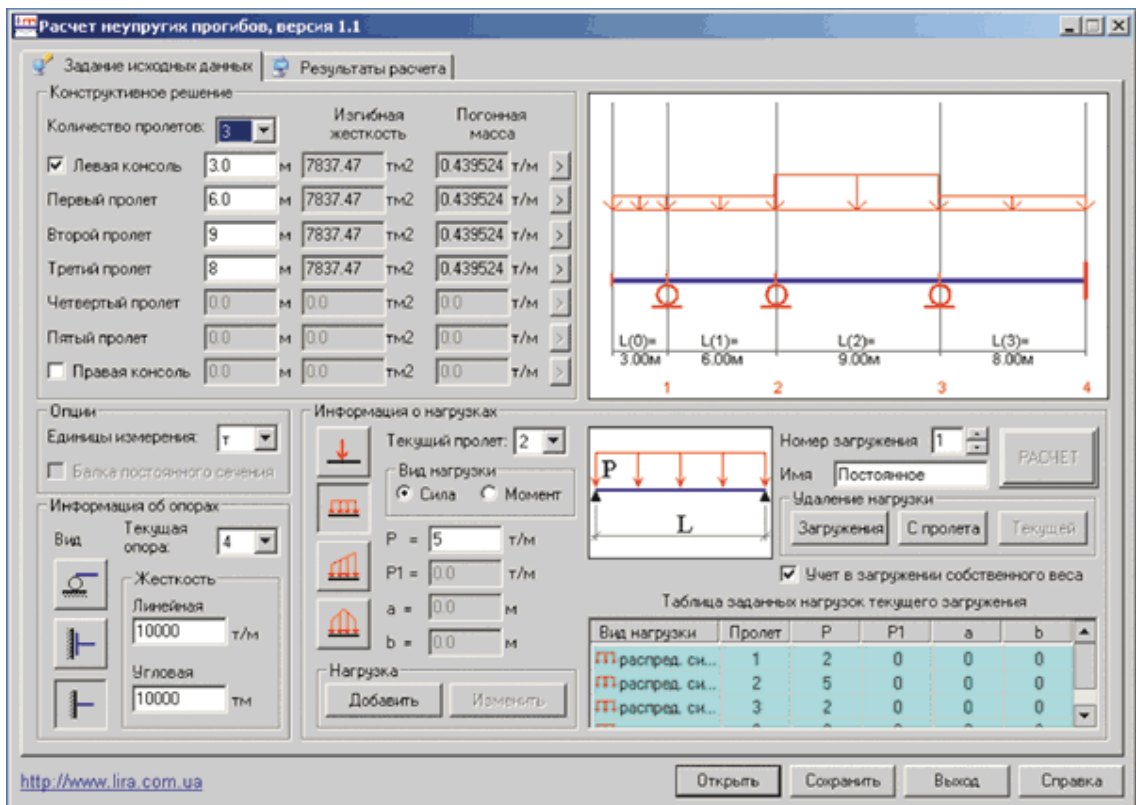
бетона и набора усилий  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_{xy}$ , определяется площадь верхней и нижней арматуры для ортогональных направлений  $x$  и  $y$ .

6) Расчет арматуры в железобетонной балке-стенке. Программа предназначена для подбора арматуры в пластинчатых железобетонных конструкциях с напряженным состоянием балки-стенки по первому и второму предельному состоянию в соответствии с различными нормативными документами: СНиП 2.03.01-84\*, СНиП 52-01-2003, Eurocode 2, ДСТУ 3760-98, ТСН-100. Для заданной толщины балки-стенки, класса бетона, набора усилий  $N_x$ ,  $N_y$ ,  $N_{xy}$ , определяется площадь арматуры по направлениям  $X$  и  $Y$ .

7) Расчет арматуры в железобетонной оболочке. Программа предназначена для подбора арматуры в пластинчатых железобетонных конструкциях с напряженным состоянием оболочки по первому и второму предельному состоянию в соответствии с различными нормативными документами: СНиП 2.03.01-84\*, СНиП 52-01-2003, Eurocode2, ДСТУ 3760-98, ТСН-ЮО. Для заданной толщины оболочки, класса бетона и набора усилий  $N_x$ ,  $N_y$ ,  $N_{xy}$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_{xy}$ , определяется площадь арматуры для ортогональных направлений  $X$  и  $Y$ .

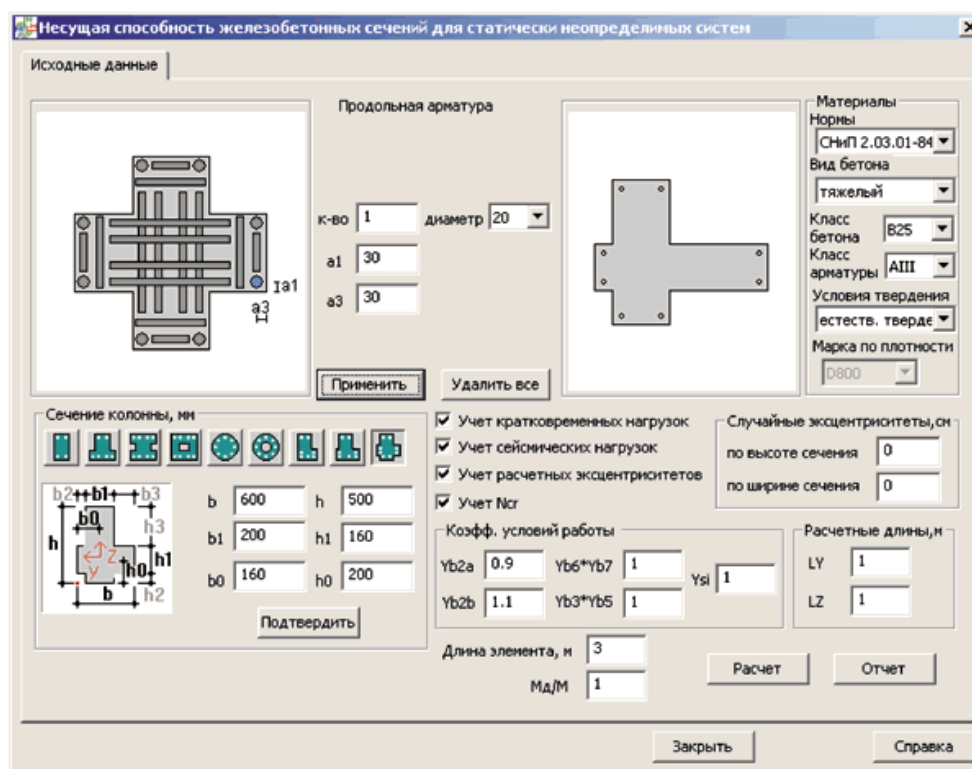


8) Расчет неупругих прогибов. Программа предназначена для определения неупругих прогибов многопролетной неразрезной балки (до пяти пролетов с двумя консолями) под произвольные, длительно действующие и кратковременные нагрузки. Реализованы: СНиП 2.03.01-84\*, СНиП 52-01-2003, Eurocode 2, ДСТУ 3760-98, ТСН-100.



9) Графическое представление несущей способности железобетонных сечений. Для заданного произвольного железобетонного сечения с произвольно расположенными арматурными стержнями различного

диаметра строится поверхность (неправильный эллипсоид) предельных усилий.



Каждая точка поверхности такого эллипсоида соответствует одному из множества наборов  $N$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ , обуславливающих предельное состояние сечения. Пользователь может задать точку  $k$  с конкретными координатами  $N_k$ ,  $M_{xk}$ ,  $M_{yk}$  и получить сечения (неправильные эллипсы), проходящие через эту точку и параллельные плоскостям системы координат  $N$ ,  $M_x$ ,  $M_y$  с указанием точки  $k$ .

10) Определение главных и эквивалентных напряжений в железобетонных конструкциях. Программа реализует вычисление главных и эквивалентных напряжений по различным теориям прочности для бетона.

#### 4.1.3.4 ПП Стальные конструкции

1) Сортамент металлопроката. Программа предоставляет широкий набор справочных таблиц сортаментов профилей стальных конструкций, сталей и сочетаний профиль-сталь. В таблице профилей содержатся геометрические характеристики стальных профилей, входящих в сортамент. В таблице сталей содержатся прочностные характеристики сталей в зависимости от их толщины. Таблица сочетаний профиль-сталь несет информацию о допустимости сочетаний профиль-сталь, реализуя сокращенные сортаменты; в этой же таблице назначается стоимость сочетаний профиль-сталь и прочность канатов.

2) Расчет сечений металлических элементов. Программа предназначена для подбора и проверки сечений (33 типа) металлических конструкций. Реализованы: СНиП 11.23- 81\*, Eurocode 3. Рассчитываются прокатные и составные сечения, в том числе, сварные сплошностенчатые и сквозные с планками и раскосными решетками. Результатом проверки сечений являются проценты использования сечения и элементов решетки по I и II предельному состоянию. Расчет по Eurocode предполагает выдачу развернутого формульного вида отчета.

3) Узлы металлических конструкций. Программа предназначена для проектирования и проверки узлов металлических конструкций. В состав проектируемых узлов входят: узлы ферм с сечениями из двух уголков, шарнирные и жесткие базы колонн двутаврового сечения, фланцевые узлы примыкания балки к колонне, фланцевые узлы сопряжения балок. По заданному типу узла, сечениям примыкающих элементов и усилиям определяются параметры узла: размеры сечения ребер, катет и длина сварных швов, диаметр и количество болтов и др. Автоматически запроектированный узел вычерчивается в масштабе, выдается спецификация.

4) Определение главных и эквивалентных напряжений в стальных конструкциях. Программа предназначена для определения главных напряжений  $s_1, s_2, s_3$  по заданному тензору напряжений в виде:  $\{S_x, s_y, s_z, t_{xy}, t_{xz}, t_{yz}\}$ .

5) Определение расчетных длин элементов стальных конструкций. Программа предназначена для определения расчетных длин следующих элементов стальных конструкций: отдельно стоящих стоек постоянного сечения; элементов постоянного сечения с упругими закреплениями концов; элементов постоянного сечения одно- и многоэтажных рам; пересекающихся элементов постоянного сечения; неразрезных стержней (верхнего пояса фермы и подкрановой колонны); элементов пространственных решетчатых конструкций; нижнего участка одноступенчатых (подкрановых) колонн; реализован СНиП II.23- 81\*

6) Параметрические узлы стальных конструкций. Программа предназначена для определения или проверки параметров узлов металлических конструкций по заданным прототипам. Реализован СНиП II.23- 81\* В состав библиотеки входят 24 прототипа узлов: примыкание ригеля к колонне, опорных узлов колонн, узлы примыкания связей и др. Для заданного прототипа, сечений примыкающих элементов и усилий в них определяются параметры узла. Расчет узлов предполагает выдачу развернутого формульного вида отчета.

7) Расчет сварных швов. Программа предназначена для подбора и проверки угловых швов элементов стальных конструкций следующих типов соединений: внахлестку и тавровые торцевые. Реализованы

нормативные положения о соответствии классов или марок сталей, а также сварочных материалов заданным группам конструкций, условиям эксплуатации и др.

#### **4.1.3.5 ПП Нагрузки и воздействия**

1) Вычисление собственного веса и сопротивления теплопередаче многослойного пакета. Программа реализует вычисление нормативной и расчетной нагрузок от собственного веса пакета, состоящего из некоторого числа слоев. При необходимости может быть вычислено сопротивление теплопередаче многослойного пакета.

2) Определение ветровых нагрузок. Программа предназначена для вычисления ветровых нагрузок на здания и сооружения в соответствии со СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия. Вычисляются нормативные и расчетные значения средней составляющей ветровой нагрузки с учетом аэродинамического коэффициента по схемам.

3) Определение снеговых нагрузок. Программа предназначена для вычисления снеговых нагрузок на здания и сооружения в соответствии со СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия (также с учетом изменений от 2003г.). Вычисляются нормативные и расчетные значения полной снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия по схемам.

4) Определение гололедных нагрузок. Программа предназначена для вычисления гололедных нагрузок в соответствии со СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия. Вычисляются нормативные и расчетные значения линейной и поверхностной гололедной нагрузки.

5) Определение температурных климатических воздействий. Программа вычисляет температурные климатические воздействия на конструкции зданий в соответствии со СНиП 2.01.07-85\* При расчете учитываются также данные следующих документов: приложение 7 СНиП И-3-79\*\*, содержащее коэффициенты поглощения солнечной радиации материалом наружной поверхности ограждающей конструкции; приложения 5, 6, 7 СНиП 2.01.01-82, содержащие максимальные значения суммарной (прямой и рассеянной) солнечной радиации. Вычисляются нормативные и расчетные значения изменений средних температур, средние суточные температуры наружного воздуха, а также начальная температура замыкания конструкции в законченную систему.

#### **4.1.3.6 ПП Основания и фундаменты**

1) Определение параметров упругого основания по СНиП. Программа предназначена для определения коэффициентов постели в отдельной точке по заданному набору грунтов и нагрузке на фундамент. Определение производится по нескольким методикам (по выбору пользователя), основанным на вычислении осадки по СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений». Также имеется возможность определения коэффициентов постели для расчета на динамические нагрузки.

2) Расчет одиночной сваи. Программа позволяет определить осадку и жесткость одиночной сваи (с учетом взаимовлияния в группе свай) в соответствии со СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты» и МГСН 2.02-01 «Основания, фундаменты и подземные сооружения».

3) Расчет сваи на совместное воздействие вертикальной, горизонтальной сил и момента. Программа предназначена для расчета одиночной сваи на совместное воздействие вертикальной, горизонтальной сил и момента в соответствии со СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты» с учетом развития первой и второй стадии напряженно-деформированного состояния «свая-фунт».

4) Определение  $C_1$  и  $C_2$  на основе модели грунтового массива. Программа предназначена для определения коэффициентов постели для расчета фундаментных конструкций на упругом основании на основе трехмерной модели грунта, построение которой производится по заданному набору скважин, их расположения и состава фунтовых слоев для каждой скважины. Для построенной модели грунта по заданным нагрузкам от проектируемой фундаментной конструкции и близлежащих зданий (контуры которых могут иметь произвольные очертания), определяется переменная по области проектируемой конструкции глубина сжимаемой толщи и коэффициенты постели  $C_1$  и  $C_2$  с последующим построением изополей этих и других вспомогательных характеристик. Определение  $C_1$  и  $C_2$  может производиться по нескольким методикам, определяемым пользователем.

5) Определение осадки условного фундамента. Программа определяет осадки свайного фундамента из висячих свай в соответствии со СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты».

6) Проверка устойчивости склона. Программа предназначена для проверки устойчивости склонов котлованов из однородного фунта.

7) Определение главных и эквивалентных напряжений в грунтах. Программа вычисляет главные и эквивалентные напряжения по различным теориям прочности, применяемые для фунтов.

#### **4.1.3.7 III Каменные и армокаменные конструкции**

1) Расчетные сопротивления сжатию кладки из кирпича приведены расчетные сопротивления сжатию кладки из кирпича всех видов и из керамических камней со щелевидными вертикальными пустотами шириной до 12 мм при высоте ряда кладки 50-150 мм на тяжелых растворах в зависимости от марки кирпича и марки раствора (табл.2 СНиП II-22-81 "Каменные и армокаменные конструкции").

2) Расчет кирпичного простенка. Программа предназначена для расчета каменных и армокаменных конструкций в соответствии со СНиП 11-22-81 "Каменные и армокаменные конструкции". Простенок задается прямоугольной или тавровой формы. Реализован случай плоского



внецентренного сжатия простенка. Выполняется расчет при действии растягивающих и сдвигающих усилий. В результате расчета, при необходимости армирования простенка, указывается количество рядов кладки, через которое необходимо устанавливать сетки с заданной ячейкой и диаметром арматуры и (или) площадь продольной арматуры.

#### **4.1.3.8 ПП Деревянные конструкции**

1) Расчет цельных сечений. Программа предназначена для расчета прямоугольных и круглых брусев деревянных конструкций в соответствии со СНиП II-25-80\* «деревянные конструкции». Расчет предполагает выдачу сокращенного и развернутого формульного вида отчета с процентами использования сечения по необходимым проверкам.

2) Расчет клееных сечений. Программа предназначена для расчета клееных сечений деревянных конструкций в соответствии со СНиП II-25-80\* «Деревянные конструкции». Расчет предполагает выдачу сокращенного и развернутого формульного вида отчета с процентами использования сечения по необходимым проверкам.

3) Расчет составных сечений. Программа предназначена для расчета составных сечений деревянных конструкций в соответствии со СНиП II-25-80\* «Деревянные конструкции». Расчет предполагает выдачу сокращенного и развернутого формульного вида отчета с процентами использования сечения по необходимым проверкам.

## **4.2 Программный комплекс SCAD Office**

Более десяти лет назад из творческого коллектива ПК «Ли́ра» выделилась отдельная группа авторов, которая и создала ПК SCAD. Этим объясняется его популярность и, во многом, повторяемость структуры функции и областей применения ПК «Ли́ра».

ПК Ли́ра и SCAD занимают процентов восемьдесят отечественного рынка программного обеспечения для расчета и проектирования строительных конструкций, поэтому и мы уделяем им особое внимание.

В Казани SCAD активно использует, в частности, Проектный Институт «Союзхимпромпроект».

Программный комплекс **SCAD Office** представляет собой набор программ, предназначенных для выполнения прочностных расчетов и проектирования различного вида строительных конструкций. В состав пакета входят программы нескольких видов.

**Вычислительный комплекс** Structure CAD (SCAD), являющийся универсальной расчетной системой конечно-элементного анализа конструкций и ориентированный на решение задач проектирования зданий и сооружений достаточно сложной структуры.

**Проектно-аналитические программы** (КРИСТАЛЛ, АРБАТ, ЗАПРОС, ДЕКОР, КАМИН, ОТКОС), предназначенные для решения

частных задач проверки и расчета стальных и железобетонных конструкций в соответствии с требованиями нормативных документов (СНиП, СП), расчета элементов оснований и фундаментов, расчетов и проверок элементов каменных и армокаменных конструкций на соответствие требованиям СНиП;

**Проектно-конструкторские программы** (КОМЕТА, МОНОЛИТ), предназначенные для разработки конструкторской документации на стадии детальной проработки проектного решения;

**Вспомогательные программы**, предназначенные для «обслуживания» SCAD и обеспечивающие форматирование и расчет геометрических характеристик различного вида сечений стержневых элементов (Конструктор сечений, КОНСУЛ, ТОНУС, СЕЗАМ), определение нагрузок и воздействий на проектируемое сооружение (ВеСТ), вычисление коэффициентов постели, необходимых при расчете конструкций на упругом основании (КРОСС), импорт данных из архитектурных систем и формирование укрупненных моделей (препроцессор ФОРУМ);

**Электронные справочники** (КоКон, КУСТ).

Имея в своем составе развитые средства подготовки данных, расчета и анализа результатов, ВК SCAD не имеет практических ограничений на размеры и форму расчетных схем проектируемых сооружений. Вместе с тем, для инженера-проектировщика не менее важными являются “простые” задачи, решение которых занимает у него заметную часть времени: проверка сечений элементарных балок, сбор нагрузок на элементы конструкции, определение геометрических характеристик составных сечений. Указанные обстоятельства стимулировали разработку серии «малых» программ-сателлитов ВК SCAD, ориентированных на решение массовых задач проектирования. Вместе с вычислительным комплексом они составляют единый пакет **SCAD Office**. При этом, любая из программ, входящая в пакет SCAD Office, может использоваться в автономном режиме.

**SCAD Office** включает следующие программы:

- SCAD
- КРИСТАЛЛ
- АРБАТ
- КАМИН
- ДЕКОР
- ЗАПРОС
- ОТКОС
- ВеСТ
- МОНОЛИТ
- КОМЕТА
- КОМЕТА-2
- КРОСС
- КОНСТРУКТОР СЕЧЕНИЙ
- КОНСУЛ
- ТОНУС
- СЕЗАМ
- КоКон
- КУСТ

**SCAD** – вычислительный комплекс для прочностного анализа конструкций методом конечных элементов. Единая графическая среда синтеза расчетной схемы и анализа результатов обеспечивает неограниченные возможности моделирования расчетных схем от самых простых до самых сложных конструкций, удовлетворяя потребности опытных профессионалов и оставаясь при этом доступной для начинающих.

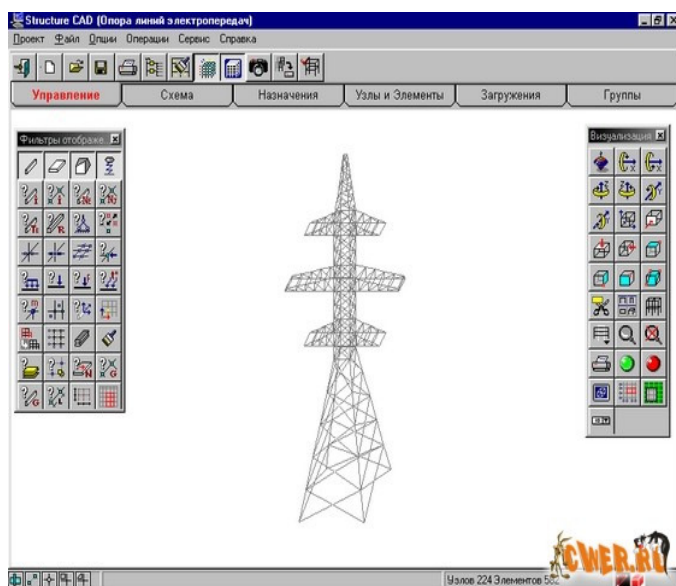
Высокопроизводительный процессор позволяет решать задачи большой размерности (сотни тысяч степеней свободы при статических и динамических воздействиях). SCAD включает развитую библиотеку конечных элементов для моделирования стержневых, пластинчатых, твердотельных и комбинированных конструкций, модули анализа устойчивости, формирования расчетных сочетаний усилий, проверки напряженного состояния элементов конструкций по различным теориям прочности, определения усилий взаимодействия фрагмента с остальной конструкцией, вычисления усилий и перемещений от комбинаций нагрузок. В состав комплекса включены программы подбора арматуры в элементах железобетонных конструкций и проверки сечений элементов металлоконструкций.

#### **Вычислительные возможности**

- высокая скорость расчета
- развитая библиотека конечных элементов
- эффективные методы оптимизации матрицы жесткости

#### **Моделирование конструкций**

- развитые графические средства формирования и корректировки геометрии расчетных схем, описания физико-механических свойств материалов, задания условий опирания и примыкания, а также нагрузок;
- большой набор параметрических прототипов конструкций,



характеристик расчетной схемы;

- включающий рамы, фермы, балочные ростверки, оболочки, поверхности вращения, аналитически заданные поверхности;
- автоматическая генерация произвольной сетки конечных элементов на плоскости;
- возможность формирования сложных расчетных моделей путем сборки из различных схем;
- широкий выбор средств графического контроля всех

- возможность работы на сетке разбивочных (координационных) осей;
- развитый механизм работы с группами узлов и элементов;
- формирование расчетной модели путем копирования всей схемы или ее фрагментов;
- импорт геометрии из систем ArchiCAD, HyperSteel, чтение данных в форматах DXF, DWG.

**Результаты:**

- результаты расчета отображаются как в графической, так и в табличной форме;
- в графической форме результаты расчета перемещений выводятся в виде деформированной схемы, цветовой и цифровой индикации значений перемещений в узлах, а также изополей и изолиний перемещений для пластинчатых и объемных элементов, выполняется анимация форм колебаний для динамических – и процесса деформирования – для статических нагрузений;
- для стержневых элементов могут быть получены деформированные схемы с учетом прогибов, а также эпюры прогибов для отдельных элементов;
- усилия в стержневых элементах представляются в виде эпюр для всей схемы или отдельного элемента, а также цветовой индикацией максимальных значений выбранного силового фактора;
- усилия и напряжения в пластинчатых и объемных элементах выводятся в виде изополей или изолиний в указанном диапазоне цветовой шкалы с возможностью одновременного отображения числовых значений в центрах и узлах элементов;
- графическое представление результатов работы постпроцессора подбора арматуры в элементах железобетонных конструкций в виде эпюр для стержневых и изополей или изолиний распределения арматуры для пластинчатых элементов;
- возможность локализации результатов расчета в заданном диапазоне значений перемещений и силовых факторов;
- результаты расчета в табличной форме могут экспортироваться в редактор MS Word или электронные таблицы MS Excel;
- табличное представление результатов может быть дополнено графическими материалами, отображенными в процессе создания расчетной схемы и анализа результатов;
- экспорт результатов подбора арматуры в плитах и перекрытиях в систему AllPlan.

**Проектирование:**

- подбор арматуры в сечениях элементов железобетонных конструкций для стержневых и пластинчатых элементов по предельным состояниям первой и второй группы;

–проверка несущей способности и подбор сечений элементов стальных конструкций из прокатных профилей.

#### **Подготовка исходных данных:**

Исходные данные для выполнения расчета могут быть подготовлены как с помощью интерактивных графических средств, так и путем их описания в текстовом формате.

Интерактивный графический препроцессор дает возможность создавать расчетные схемы, используя параметрические прототипы (рама, ферма и балочный ростверк), генерировать прямоугольные и произвольные сетки конечных элементов на плоскости, формировать схемы в виде поверхностей вращения различного вида. Широко используются операции сборки схемы из нескольких схем, копирования и переноса, зеркального отражения и т. п. Предусмотрены средства для задания жесткостных характеристик элементов конструкции, условий примыкания и опирания, задания нагрузок. Использование механизма именованных групп позволяет создавать наборы элементов, узлов и нагрузок, объединяемых по удобным для пользователя правилам.

#### **Укрупненные расчетные модели и связь с другими системами**

Формирование расчетной схемы или ее части может быть выполнено и на основе информации, импортируемой из таких архитектурных систем, как МАЭСТРО и ArchiCAD, системы проектирования стальных конструкций ProSTEEL, путем импорта файлов в форматах DXF и DWG системы AutoCAD и ряда других форматов. Архитектурная модель не может быть полностью автоматически преобразована в расчетную схему. Для упрощения этого процесса в состав вычислительного комплекса SCAD включен специальный препроцессор ФОРУМ, который оперирует более крупными объектами. К ним относятся колонны, балки, перекрытия, стены и крыши. Представление геометрии расчетной схемы в препроцессоре ФОРУМ обеспечивает возможность:

- создания структурированной расчетной модели из укрупненных элементов;
- сохранения структуры объекта, заданной в архитектурной модели;
- передачи структуры объекта в препроцессор ВК SCAD, используя для этого автоматическое преобразование укрупненной модели в расчетную схему метода конечных элементов и механизм групп.

#### **Контроль параметров расчетной схемы**

ВК SCAD, как и любой современный расчетный комплекс, оперирует достаточно разнородными данными. Кроме режима фрагментации модели, в комплексе предусмотрено применение фильтров, с помощью которых с экрана монитора удаляется информация, которая в данный момент не представляет интереса. Можно, например, отфильтровать информацию, касающуюся элементов определенного типа (стержни, пластины,

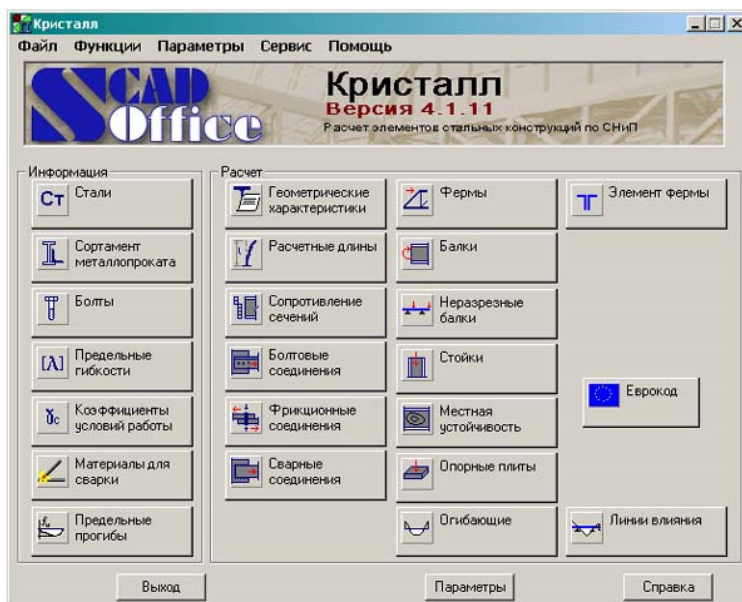
оболочки) или занимающих определенное пространственное положение (вертикальные, горизонтальные). Можно включить или отключить отображение различных данных (узловые нагрузки, распределенные нагрузки, связи, нумерации элементов, узлов и др.). Широко используется цветовая индикация. На стадии создания расчетной схемы предусмотрен экспресс – контроль целого ряда параметров модели, что позволяет оперативно найти и внести исправления до расчета.

## 4.2.1 Кристалл

**Кристалл** – расчет элементов стальных конструкций по СНиП.

Программа предназначена для выполнения проверок элементов и соединений стальных конструкций на соответствие требованиям СНиП II-23-81\* "Стальные конструкции. Нормы проектирования". Кроме того, при создании программы использовались связанные со СНиП II-23-81\* государственные стандарты, "Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП II-23-81\*)/ ЦНИИСК им. Кучеренко" и некоторые методологические положения подготовленных, но еще не введенных в действие проектов новых норм СНиП 53-1-96 "Стальные конструкции. Нормы проектирования" и "Общие правила проектирования элементов стальных конструкций и соединений (СП 53-101-96)".

Соответствие СНиП подтверждено сертификатом Госстроя России.



**Возможности.** В программе реализованы следующие режимы работы:

- **Стали** – основной задачей является реализация рекомендаций СНиП по выбору марок стали. При этом учитывается подход, заложенный в проект нового СНиП. Кроме того, выдаются справки о соответствии классов стали по ГОСТ 27771-88 маркам стали по ГОСТ или ТУ, а также справочные данные о механических характеристиках.

- **Сортамент металлопроката** – обеспечивает просмотр сортаментов металлопроката с выдачей всех характеристик профилей.

- **Болты** – используется для просмотра сортамента болтов с указанием их класса.

- **Предельные гибкости** – просмотр рекомендаций СНиП II-23-81\* по назначению предельных гибкостей.

- **Коэффициенты условий работы** – просмотр и выбор значений коэффициентов условий работы элементов по рекомендациям СНиП II-23-81\*.

- **Огибающие** – определяются невыгодные сочетания многих нагрузок, которые действуют на изгибаемые элементы, строятся огибающие эпюры моментов и поперечных сил.

- **Геометрические характеристики** – вычисляются все геометрические характеристики поперечного сечения (включая секториальные моменты инерции).

- **Расчетные длины** – реализованы рекомендации из табл. 11, 12, 13\* и 17,а СНиП II-23-81\* и из Еврокода-3. В результате работы можно получить значения коэффициента расчетной длины.

- **Сопротивление сечений** – определяются коэффициенты использования ограничений для любого из предусмотренных программой типов поперечных сечений при действии произвольных усилий. Кроме того, строятся кривые взаимодействия для любых допустимых комбинаций пар усилий.

- **Болтовые соединения** – для различных конструктивных решений болтовых соединений определяются коэффициенты использования ограничений, и строятся кривые взаимодействия допустимых комбинаций пар усилий.

- **Фрикционные соединения** – аналогичен предыдущему режиму, но с другим набором конструктивных решений на основе использования высокопрочных болтов с контролируемым натяжением.

- **Сварные соединения** – для различных конструктивных решений сварных соединений коэффициенты использования ограничений и строятся кривые взаимодействия допустимых комбинаций пар усилий.

- **Местная устойчивость** – проверка местной устойчивости стенок и поясных листов изгибаемых и сжатых элементов, при этом не рассматриваются подкрановые балки, а также балки со стенкой, подкрепленной продольными ребрами.

- **Элементы ферм** – реализуются все необходимые проверки элементов ферм на прочность, устойчивость и предельную гибкость для схем конструкций, наиболее часто используемых на практике. Определяются расчетные значения усилий и их сочетаний от задаваемых вертикальных внешних нагрузок. Предусмотрен подбор сечений.

- **Балки** – режим аналогичен предыдущему, но ориентирован на анализ и проектирование сварных и прокатных балок с различными условиями опирания.

- **Стойки** – режим аналогичен предыдущему, но ориентирован на анализ и проектирование колонн и стоек различного поперечного сечения.

• **Опорные плиты** – рассматриваются пластины, составляющие базу колонны, при различных вариантах их окаймления ребрами.

• **Неразрезные балки** – режим аналогичен режиму Балки.

**Удобный интерфейс.**

Программа работает в операционной среде Windows 2000/XP/Vista. Организация пользовательского диалога и элементы управления полностью соответствуют этой среде.

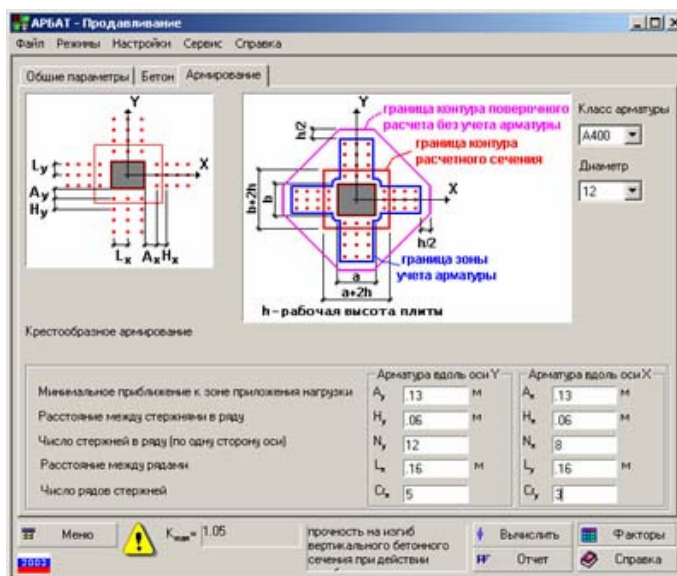
**Документирование работы.**

Результаты вычислений могут быть представлены в виде иллюстрированного отчета, создаваемого автоматически. Отчет передается в любое приложение Windows, ассоциированное с форматом RTF (например, Word).

## 4.2.2 Арбат

**Арбат** – проверка и подбор арматуры в элементах железобетонных конструкций.

Программа **АРБАТ** предназначена для подбора и проверки существующей арматуры в элементах железобетонных конструкций (неразрезные балки и колонны), а также для вычисления прогибов в железобетонных балках согласно требованиям СНиП 2.03.01-84\* или СП52-101-03. Расчет выполняется по предельным состояниям первой и второй группы для расчетных сочетаний усилий (PCY), выбираемых автоматически в зависимости от заданных нагрузок в соответствии с требованиями СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия.



*Соответствие СНиП подтверждено сертификатом Госстроя России.*

Подбор и проверки выполняются для железобетонных конструкций из тяжелого, мелкозернистого и легкого бетонов с применением арматурной стали класса А-I, А-II, А-III, А-IV, А-V, А-VI, А400С, А500С, а также арматурной проволоки класса ВР-I.

Кроме указанных функций, АРБАТ выполняет в определенной степени и роль справочника, с помощью которого можно уточнить некоторые данные относительно сортамента и характеристик арматуры,



нормативного и расчетного сопротивления, а также коэффициентов условий работы бетона.

#### **Подбор арматуры в балке.**

В этом режиме выполняется подбор арматуры в многопролетных балках постоянного сечения (прямоугольного, таврового или двутаврового) по предельным состояниям первой и второй группы (прочность и трещиностойкость). Рассматривается плоская работа балки. При этом в сечениях действуют следующие силовые факторы:

$M$  - изгибающий момент;

$Q$  - поперечная сила.

Результатом работы являются площади верхней и нижней продольной арматуры, а также площадь и шаг расположения стержней поперечной арматуры. Для прямоугольного и двутаврового сечений можно потребовать, чтобы армирование было симметричным.

#### **Подбор арматуры в колонне.**

В этом режиме выполняется подбор арматуры в колонне постоянного сечения (прямоугольного, двутаврового или кольцевого) по предельным состояниям первой и второй группы (прочность и трещиностойкость). При этом, в сечениях действуют следующие силовые факторы :

$N$  – нормальная сила;

$M_x$  и  $M_y$  – моменты в узлах;

$M_{кр}$  – крутящий момент;

$Q$  - поперечная сила.

Результатом работы являются площади симметричной и/или несимметричной продольной арматуры, а также площадь и шаг поперечной арматуры.

#### **Сопротивление сечений.**

В этом режиме реализуется функция определения несущей способности любого из предусмотренных в программе поперечных сечений в зависимости от положения, площади и класса арматуры, класса бетона, условий эксплуатации и допустимой ширины раскрытия трещин. В общем случае расчеты выполняются на действие продольной силы, изгибающего момента и поперечной силы, действующих в главных плоскостях инерции. Сечение стержня проверяется по следующим факторам:

– прочность при совместном действии продольной силы и изгибающего момента;

– прочность при совместном действии продольной и поперечной сил;

– трещиностойкость при совместном действии продольной силы и изгибающего момента.

– трещиностойкость при совместном действии продольной и поперечной сил.

### **Прогибы в балке.**

В этом режиме вычисляются прогибы в армированной многопролетной балке, обусловленные деформацией изгиба и возникающие под действием заданной нагрузки. Расчет прогибов выполняется для прямоугольного, таврового и двутаврового сечений согласно требованиям СНиП. Определение кривизны балки выполняется с учетом трещин в растянутой зоне.

### **Местная прочность.**

Серия режимов позволяет проверить конструкцию на местное сжатие, продавливание и отрыв. Кроме того, имеется возможность провести экспертизу закладных деталей и коротких консолей.

## **4.2.3 Камин**

**Камин** – расчет элементов каменных и армокаменных конструкций в соответствии со СНиП. Программа предназначена для проверок несущей способности конструктивных элементов каменных и армокаменных конструкций в соответствии с требованиями СНиП II-22-81 и документов, выпущенных в развитие и дополнение этих норм.

В состав проверяемых элементов включены центрально и внецентренно нагруженные столбы различного поперечного сечения в плане; рядовые, клинчатые и арочные перемычки; наружные и внутренние стены здания с проемами и без проемов, стены подвалов. Кроме проверки общей прочности и устойчивости элементов, выполняется экспертиза местной прочности в местах опирания балок, прогонов и других элементов на стены и столбы. Проверки выполняются как для неповрежденных конструктивных элементов, так и для элементов, имеющих трещины в каменной кладке, и огневые повреждения вследствие воздействия температуры (например, в результате пожара). При проверках поврежденных конструкций использован документ "Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий сооружений. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко Госстроя СССР". Также проверяется несущая способность центрально и внецентренно нагруженных элементов, усиленных стальными обоймами, и стен, ослабленных дополнительно образованными проемами.

Режимы работы программы можно условно разделить на четыре группы, в трех из них выполняется экспертиза (Каменные конструкции, Армокаменные конструкции, Реконструируемые конструкции), а четвертая – является справочной (Справочная информация).

### **Каменные конструкции.**

Режимы этой группы предназначены для экспертизы отдельных конструктивных элементов каменных конструкций. В настоящей версии программы в число этих элементов включены: центрально сжатые столбы,

внецентренно сжатые столбы, наружная стена здания: стена подвала, перемычки, кроме того, проверяется местная прочность.

#### **Армокаменные конструкции.**

Режимы этой группы предназначены для экспертизы отдельных конструктивных элементов армокаменных конструкций. В число этих элементов включены: центрально сжатые армированные столбы, внецентренно сжатые армированные столбы, армированная наружная стена здания, армированная стена подвала, кроме того, проверяется местная прочность армированных конструкций.

#### **Реконструируемые конструкции.**

Режимы этой группы предназначены для экспертизы отдельных конструктивных элементов каменных конструкций, в том числе, поврежденных, усиленных стальными обоймами. В настоящей версии в число этих элементов включены: центрально сжатые столбы, усиленные обоймами, внецентренно сжатые столбы, усиленные обоймами, усиленные обоймами стены здания, проём в стене.

Справочная информация содержит объёмные веса кладок из кирпича, природных и искусственных камней на тяжелых растворах, а также данные о классификации повреждений каменной кладки.

### **4.2.4 Декор**

**Декор** – Расчет элементов деревянных конструкций в соответствии со СНиП II-25-80\*

Программа предназначена для выполнения расчетов и проверок элементов деревянных конструкций на соответствие требованиям СНиП II-25-80\*. Кроме того, в программе предусмотрена возможность получения справочных данных, наиболее часто используемых при проектировании деревянных конструкций. Реализованные в программе расчетные и информационные режимы объединены в две группы **Информация** и **Расчет**.

Группа **Информация** включает следующие разделы.

**Предельные прогибы и деформации** – приведены данные по предельным прогибам элементов деревянных конструкций различного назначения, а также величины предельных деформаций соединений.

**Плотности** – данные по плотности древесины различной породы при различных условиях эксплуатации.

**Сортамент древесины** – данные по пиломатериалам хвойных пород (ГОСТ 24454-80).

**Расчетные сопротивления** – определяются расчетные сопротивления элементов деревянных конструкций в зависимости от условий эксплуатации, породы древесины и др. факторов.

**Древесина** – приводятся данные о максимально допустимой влажности древесины, а также типы и марки требуемых клеев (для клееной древесины).

**Предельные гибкости** – определяется предельная гибкость для различного вида элементов деревянных конструкций.

Группа **Расчет** включает режимы.

**Геометрические характеристики** – определяются геометрические характеристики деревянных сечений трех видов – прямоугольного, круглого и двутавра.

**Расчетные длины** – вычисляются расчетные длины для отдельно стоящих колонн и стоек.

**Сопротивление соединений** – определяется несущая способность соединений из различных сортов древесины на врубках или нагелях.

**Сопротивление сечений** – анализ несущей способности сечений из клееной и неклееной древесины.

**Неразрезные прогоны и Консольно-балочные прогоны** – проверка прогонов различного вида прямоугольного и круглого сечений из клееной и неклееной древесины по прочности, устойчивости и прогибу.

**Балки** – проверка обычных и двускатных балок по прочности, устойчивости и прогибу.

**Стойки** – реализован весь комплекс проверок конструкции стоек и колонн по прочности, устойчивости и предельной гибкости.

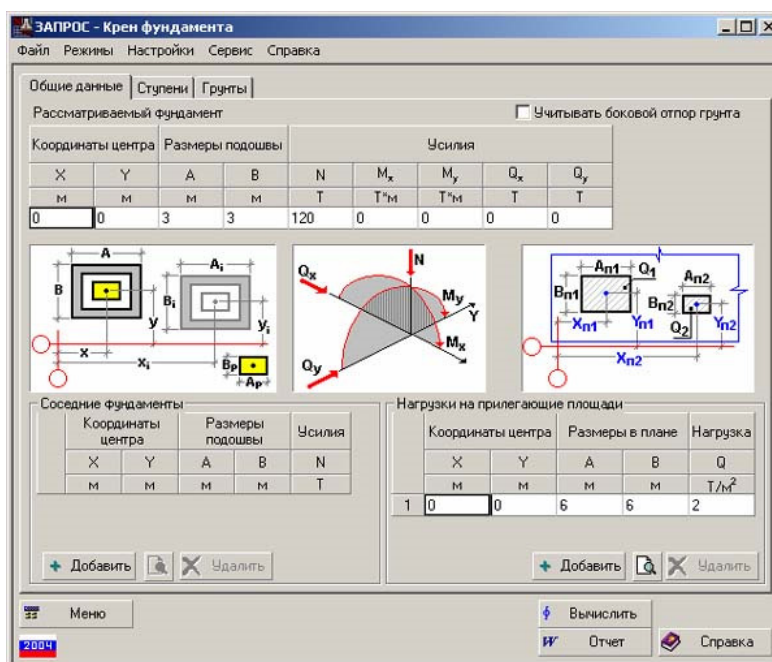
**Элемент фермы** – анализ несущей способности элементов фермы по гибкости, прочности и устойчивости.

**Фермы** – расчет и проверка ферм различной конфигурации по прочности, устойчивости и гибкости.

## 4.2.5 Запрос

**Запрос** - расчет элементов оснований и фундаментов в соответствии со СНиП

Программа предназначена для выполнения расчетов и проверок элементов оснований и фундаментов на соответствие требованиям СНиП 2.02.01-83\*, СП 50-101-2004, СНиП 2.02.03-85 и СП 50-102-2003. Кроме того, в программе предусмотрена возможность получения справочных данных, наиболее часто используемых при проектировании оснований и фундаментов. Реализованные в программе расчетные и информационные функции объединены в группы по следующим разделам: **Фундаменты, Сваи, Полевые испытания свай, Информация.**



В разделе **Фундаменты** выполняются следующие операции: **определение крена** прямоугольного в плане фундамента от действующих на него нагрузок; **расчет основания по деформациям** прямоугольных в плане столбчатых и ленточных фундаментов, а также жестких плит; **определение коэффициентов жесткости основания**, состоящего из конечного числа слоев, каждый из которых является линейно-деформируемым и постоянным по толщине; **вычисление предельного давления** под подошвой фундамента (расчетного сопротивления грунта).

В раздел **Сваи** включено два информационных режима - **Коэффициенты условий работы свай** и **Номенклатура свай**, а также следующие расчетные режимы: **определение несущей способности свай**, работающей на вертикальную нагрузку; определение коэффициента запаса устойчивости основания, минимального и максимального изгибающего момента и поперечной силы в сечении свай, а также ряда других характеристик свай; **определение осадки свай**, работающей на вертикальную нагрузку.

Раздел **Полевые испытания свай** включает расчет на определение несущей способности свай по результатам их **динамических испытаний**; определение несущей способности забивной (натурной) сваячей свай, работающей на сжимающую нагрузку, по результатам испытаний грунтов **эталонной свайей**; определение несущей способности забивной (натурной) сваячей свай, работающей на сжимающую нагрузку, по результатам испытаний грунтов **свайей-зондом**; определение несущей способности забивной (натурной) сваячей свай, работающей на сжимающую нагрузку, по результатам испытаний грунтов **статическим зондированием**.

**Справочные режимы** обеспечивают просмотр предельных значений относительной разности осадок, крена и средней или максимальной осадки для сооружений различного типа, приведенные в приложении 4 СНиП

2.02.01-83\* (приложение Е СП 50-101-2004); дают информацию о: **расчетных сопротивлениях грунтов** различного вида, приведенную в приложении 3 СНиП 2.02.01-83\* (приложение А СП 50-101-2004); **характеристиках грунтов**, приведенную в приложении 1 СНиП 2.02.01-83\* (приложение Г СП 50-101-2004); а также **коэффициенты условий работы** из таблицы 3 СНиП 2.02.01-83\* (табл. 5.2 СП 50-101-2004).

#### 4.2.6 Откос

**Откос** – анализ устойчивости откосов и склонов.

Программа предназначена для определения коэффициента запаса устойчивости откосов и склонов. В качестве механизма потери устойчивости принимается механизм скольжения оползающего массива относительно неподвижной части откоса. Сопротивление сдвигу по поверхности скольжения рассчитывается для статических условий. Вдоль всей поверхности выдерживается критерий разрушения грунта, принимаемый в виде закона Кулона. Реальное сдвигающее напряжение, получаемое расчетом, сопоставляется с предельным сопротивлением сдвигу, и результат этого сравнения выражается в виде коэффициента запаса устойчивости  $K$ . Коэффициент запаса устойчивости склона (откоса) – это минимальный из коэффициентов запаса устойчивости по всем возможным поверхностям скольжения, удовлетворяющим заданным ограничениям, заложенным в методе расчета.

**Исходные данные включают:**

размеры оползневого участка склона; глубину закола (если активен маркер наличия закола); характеристики грунтов; положение и характеристики скважин; нагрузки, действующие на указанные участки склона.

#### 4.2.7 ВеСТ

**ВеСТ** – Определение нагрузок в соответствии со СНиП 2.01.07-85\*.

Программа **ВеСТ** предназначена для выполнения расчетов, связанных с определением нагрузок и воздействий на строительные конструкции в соответствии с рекомендациями СНиП 2.01.07-85\* «Нагрузки и воздействия» и ДБН Украины В.1.2-2:2006 <Нагрузки и воздействия> с учетом изменения № 1 от 1 октября 2007. В программе реализованы лишь наиболее часто встречающиеся случаи нагружения, а также те случаи, для которых выполнение требований СНиП связано с достаточно сложной логикой и которые, как свидетельствует опыт, наиболее часто приводят к ошибкам.

Кроме указанной функции, **ВеСТ** в определенной мере играет роль справочника, с помощью которого можно уточнить некоторые фактические данные о районировании территории по нагрузкам и

воздействиям или получить другие конкретные данные справочного характера. **Информационно-справочный раздел программы включает следующие режимы.**

**Плотности** — содержит данные о плотностях основных строительных материалов.

**Местность** — используется для определения параметров нагрузок, которые зависят от географического положения площадки строительства.

**Коэффициенты** — справочные данные о значениях коэффициента надежности по нагрузке  $\gamma_f$ .

**Расчетные режимы представлены следующим набором.**

**Собственный вес** — режим дает возможность определить значения нагрузки, приходящейся на единицу площади от собственного веса многослойного пакета из различных материалов;

**Временные** — определяют значения равномерно распределенных временных нагрузок (полные и пониженные значения) в различных помещениях в соответствии с указаниями таблицы 3 СНиП 01.02.07-85\*.

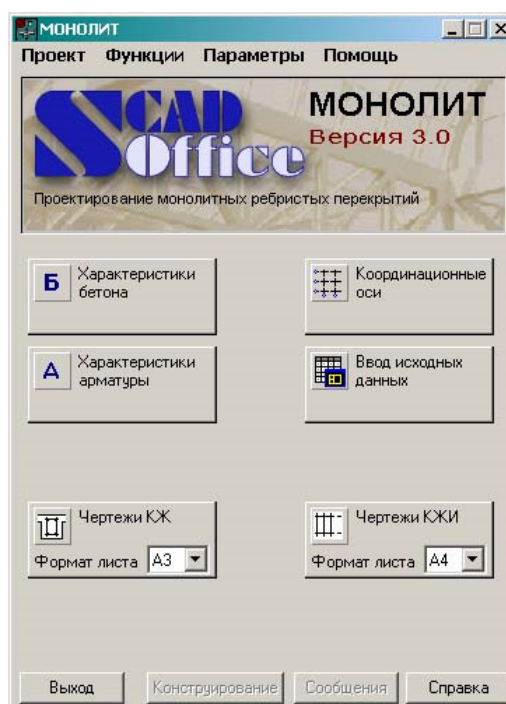
**Ветер** — режим предназначен для вычисления статической компоненты ветровых нагрузок для сооружений различного типа из числа предусмотренных приложением 4 СНиП 01.02.07-85\*.

**Снег** — режим предназначен для вычисления снеговых нагрузок для сооружений различного типа из числа предусмотренных приложением 3 СНиП 01.02.07-85\*.

**Температура** — режим предназначен для определения температурных воздействий по СНиП 01.02.07-85\*.

#### 4.2.8 Монолит

**Монолит** — программа Монолит предназначена для проектирования железобетонных монолитных ребристых перекрытий, образованных системой плит и балок, опирающихся на колонны и(или) стены. Система разработана в соответствии с требованиями действующих норм (СНиП 2.03.01-84\*, "Бетонные и железобетонные конструкции", ГОСТ 21.501 — 93 (ДСТУ Б А.2.4-7-95). Система проектной документации для строительства. "Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей", ГОСТ 21.101 — 97 (ДСТУ Б А.2.4-4-99). Система проектной документации для строительства. "Основные требования к проектной и рабочей документации").



Кроме этого, при создании программы Монолит использовались: "Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры", "Руководство по конструированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения)", справочное пособие "Проектирование железобетонных конструкций".

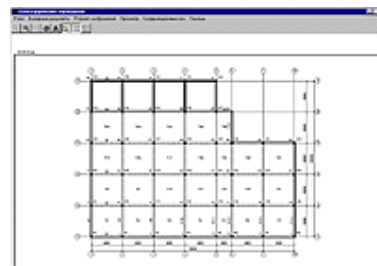
### Основные режимы работы программы:

- **информационные режимы:**

*Характеристики бетона и Характеристики арматуры;*

- **проектирующие режимы:**

*Координационные оси ,Ввод исходных данных, Конструирование (Чертежи КЖ, Чертежи КЖИ)*

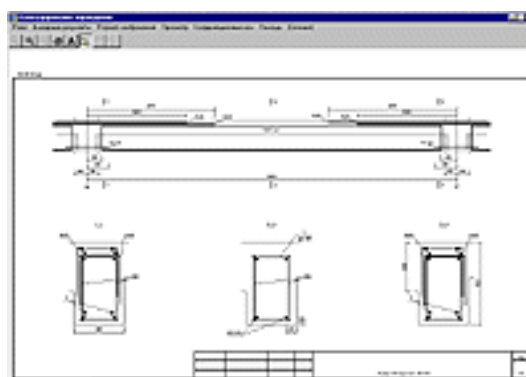


### Схема перекрытия

Общая схема перекрытия компонуется на ортогональной сетке узлов, имеющих последовательную нумерацию. Узлы располагаются в местах пересечения конструктивных элементов перекрытия — балок, стен, колонн. Плиты приняты постоянной толщины по всему перекрытию, верх плиты может находиться на одном уровне с верхней гранью балок (ребра вниз) или низ плиты — с нижней гранью балок (ребра вверх). Балки прямоугольного сечения подразделяются на второстепенные, воспринимающие равномерно распределенную нагрузку от плит перекрытия, и главные, несущие нагрузку от второстепенных балок перпендикулярного направления и плит перекрытия. Опорами перекрытия служат несущие стены здания и(или) колонны монолитного каркаса. При этом условия опирания перекрытия на стены определяются материалом стен: кирпичных, предусматривающих свободное безмоментное опирание балок и плит, и бетонных, монолитно связанных с перекрытием и обеспечивающих жесткое, моментное сопряжение балок и плит с опорной конструкцией. Все несущие элементы сооружения (стены, колонны, балки) могут быть размещены эксцентрично относительно осей, соединяющих узлы разбивочной сетки.

### Балки

Необходимое сечение продольной  $A_s$  (см<sup>2</sup>) и поперечной  $A_{sw}$  (см<sup>2</sup>/м) арматур в главных и второстепенных балках задается на отдельных участках (не менее трех и не больше десяти) по длине пролета балки. В пределах участка армирование предполагается постоянным. Армирование на опорах определяется сечением арматуры,





заданным на приопорных участках. При задании пяти и более участков по длине пролета конструирование выполняется с учетом рационального распределения материала (переменный шаг поперечных стержней и обрыв пролетной арматуры на участках, где ее полное сечение не требуется). Балки перекрытия армируются в пролетах плоскими сварными каркасами, объединяемыми в пространственные блоки путем приварки поперечных стержней. При ширине балки до 150 мм в пролете может быть установлен один каркас. При большей ширине в пролете балки устанавливается два и более сварных каркаса в зависимости от требуемых по расчету сечения арматуры и условий ее размещения. Каркасы имеют один или два продольных рабочих стержня у верхней или нижней грани сечения. Если продольных стержней два, они располагаются с зазором.

### Сетки и каркасы.

Данная версия программы предусматривает армирование конструкций отдельными стержнями, сварными каркасами и сетками, изготавливаемыми с помощью точечной сварки соединений стержней. При этом максимальный размер арматурных изделий (сеток) может быть задан пользователем. При отсутствии таких указаний максимальная ширина сварных сеток принимается по умолчанию равной 3.0 м.

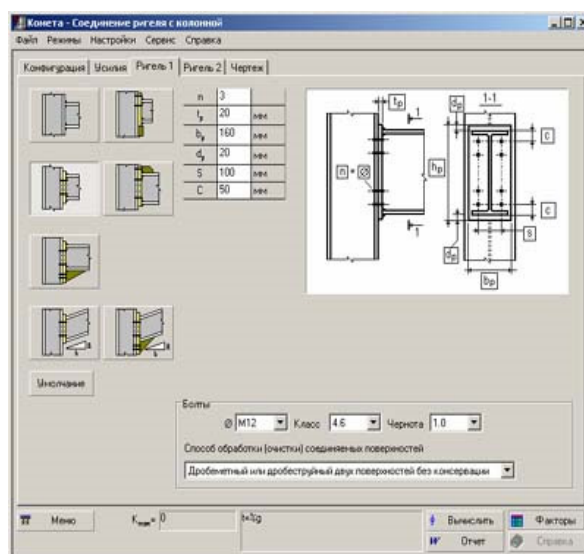
## 4.2.9 Комета

**Комета** – Программа предназначена для экспертизы принятых проектных решений и проектирования наиболее распространенных типов узлов стержневых металлических конструкций зданий и сооружений в промышленном и гражданском строительстве. Программа включает информационные режимы, выполняющие справочные и вспомогательные операции, и расчетные режимы, реализующие экспертизу и проектирование узлов.

С помощью программы можно выполнить как экспертизу принятого ранее проектного решения в соответствии с требованиями СНиП II-23-81\* и СП 53-102-2004, так и запроектировать узел на основе выбранного прототипа.

В программе реализован подход, в котором при проектировании используется набор параметризованных конструктивных решений узлов (прототипов).

Параметры прототипа зависят от заданных условий проектирования (материала, внутренних усилий и т. д.). В режиме проектирования для



принятого технического решения узла определяются все его параметры, удовлетворяющие нормативным требованиям, а также ряду конструктивных и сортаментных ограничений. Исходными данными для автоматизированного проектирования узлов являются конфигурация или тип узла, тип и размеры поперечных сечений несущих элементов, сходящихся в данном узле, а также усилия, действующие в этих элементах.

Результатом работы является чертеж узла (в том числе и в формате DXF) и данные о прочности его отдельных элементов (деталей конструкции, сварных швов, болтов и т.д.), представленные в виде набора коэффициентов использования ограничений. Последние дают возможность оценить качество полученного технического решения и, при желании, принять решение об изменении некоторых из параметров конструкции.

**При работе с программой имеется возможность выбора:**

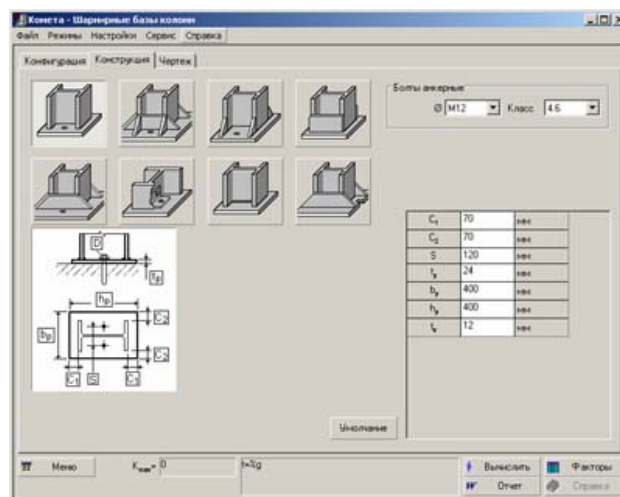
- **норм проектирования** (СНиП, Eurocode или др.), которым должна соответствовать конструкция;

- **сортамента металлопроката** (СНГ, Euronorm и др.), из которого проектируются элементы узла;

- **единиц измерения** (см или дюймы, килограммы или ньютоны и т.д.), которые используются для задания исходной информации и описания результатов;

- **языка** (русский, английский, французский), на котором ведется работа и оформляются результаты.

Программа реализована как широкая гамма режимов для проектирования самых разнообразных узлов стальных конструкций. **Основной задачей**, решаемой программой КОМЕТА, является получение технического решения узла, соответствующего выбранному варианту норм проектирования, которое удовлетворяет заданным условиям применения. Результатом работы является чертеж узла и данные о прочности его отдельных элементов (деталей конструкции, сварных швов, болтов и т.д.). Последние дают возможность пользователю оценить качество полученного технического решения и, при желании, изменить некоторые из параметров конструкции. Именно с целью реализации такой возможности по доработке полученного технического решения, а также для возможных изменений формы представления чертежей (система простановки размеров, некоторые условные обозначения, форматы чертежей и др.) предусмотрена возможность экспорта графических результатов работы программы КОМЕТА в формат DXF-файлов системы **AutoCAD**.



Разумеется, что пользователь может отказаться от указанных доработок и применять техническое решение КОМЕТА в качестве окончательного.

**В программу вошли различные прототипы узлов, включая:**

- жесткие, шарнирные и полужесткие примыкания балок к колонне;
- шарнирные базы колонн;
- жесткие базы колонн без ребер, с ребрами и с траверсами;
- стыки балок на болтах и фланцевые соединения.

#### **4.2.10 Кросс**

**Кросс** – программа предназначена для определения коэффициентов постели для расчета фундаментных конструкций на упругом винклеровском основании на основе моделирования работы многослойного грунтового массива. Геологическая структура грунтового массива предполагается произвольной и восстанавливается по данным инженерно-геологических изысканий.

В основу расчета положен предложенный в НИИОСП (В.Г.Федоровским) метод расчета осадок, основанный на послойном суммировании с учетом структурной прочности грунта.

Рассматривается площадка строительства, на которой расположено проектируемое сооружение и другие объекты (существующие здания, котлованы), влияющие на него в том смысле, что нагрузки на грунт, передаваемые этими объектами, могут привести к осадкам проектируемого фундамента. Кроме того, считается, что известны результаты геологических изысканий, которые представлены в виде информации о характеристиках грунта в пробуренных скважинах.

Графические интерактивные средства обеспечивают формирование произвольных конфигураций зданий на площадке строительства.

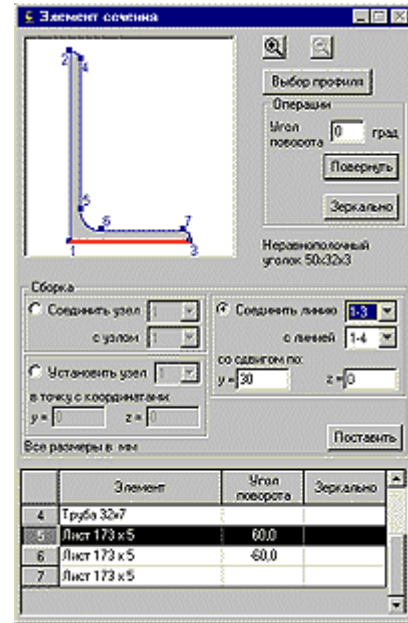
Информация о расположении пробуренных скважин и характеристиках грунта позволяет построить на экране разрез грунтового массива. Результатом работы программы являются значения коэффициентов постели в любой точке основания проектируемого сооружения.

#### **4.2.11 Конструктор сечений**

**Конструктор сечений** – предназначен для формирования произвольных составных сечений из стальных прокатных профилей и листов, а также расчета их геометрических характеристик, необходимых для выполнения расчета конструкций. **Для сконструированного сечения определяются:**

- площадь поперечного сечения  $A$ ;
- значения моментов инерции  $I_y$  и  $I_z$  относительно центральных осей, параллельных координатным осям сечения правой декартовой системы координат  $Y$  и  $Z$ ;
- радиусы инерции  $i_y$  и  $i_z$  относительно тех же осей;

- момент инерции при свободном кручении  $I_t$ ;
- координаты центра тяжести;
- значение угла наклона главных центральных осей инерции (угол  $\alpha$  между осями  $U$  и  $Y$ );
- максимальный  $I_u$  и минимальный  $I_v$  моменты инерции;
- максимальный  $i_u$  и минимальный  $i_v$  радиусы инерции;
- максимальный  $W_{u+}$  и минимальный  $W_{u-}$  моменты сопротивления относительно оси  $U$ ;
- максимальный  $W_{v+}$  и минимальный  $W_{v-}$  моменты сопротивления относительно оси  $V$ ;
- ядровое расстояние от оси  $U$ , отсчитываемое вдоль положительного ( $a_{u+}$ ) и отрицательного ( $a_{u-}$ ) направления оси  $V$ ;
- ядровое расстояние от оси  $V$ , отсчитываемое вдоль положительного ( $a_{v+}$ ) и отрицательного ( $a_{v-}$ ) направления оси  $U$ ;
- периметры сечения: полный -  $P$ , внешний -  $P_e$  и внутренний -  $P_i$ ;
- условные площади среза ( $A_{v,y}$ ,  $A_{v,z}$ ).

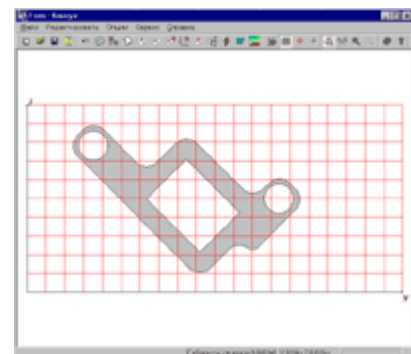


Вычисления выполняются по обычным правилам сопротивления материалов, при этом момент инерции при свободном кручении приближенно определен как сумма моментов инерции свободного кручения профилей, составляющих сечение.

#### 4.2.12 Консул

**Консул** – программа предназначена для формирования сечений, а также расчета их геометрических характеристик, исходя из теории сплошных стержней.

Графические интерактивные средства обеспечивают формирование сложных сечений произвольной формы с отверстиями и включают функции сглаживания углов, корректировки контура сечения и координат вершин, переноса группы выбранных вершин и др. В программе предусмотрен импорт сечений из файлов форматов *DXF* и *DWG*, а также работа с параметрическими сечениями, заданными пользователем.



В результате расчета могут быть получены следующие характеристики: площадь поперечного сечения, значения моментов инерции, радиусы инерции, моменты сопротивления, крутильные и секториальные характеристики, координата центра изгиба.

Программа позволяет получить поля нормальных напряжений, если заданы внутренние усилия в сечении.

Вычисленные геометрические характеристики могут быть использованы в комплексе SCAD при задании жесткостных характеристик элементов.

### 4.2.13 Тонус

**Тонус** – программа предназначена для формирования сечений, а также расчета их геометрических характеристик, исходя из теории тонкостенных стержней.

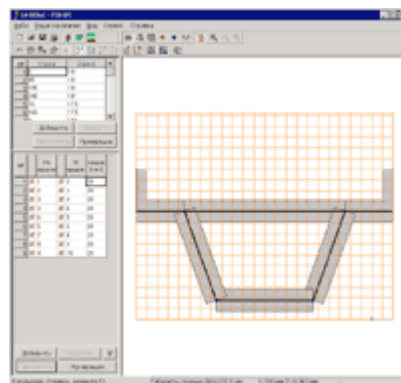
Тонкостенные стержни входят в состав самых разнообразных инженерных сооружений, относящихся к различным областям техники. В некоторых случаях такая расчетная модель описывает сооружение в целом (например, многоэтажное здание с несущими стенами или пролетное строение моста), в других случаях – важные несущие компоненты силового каркаса. В строительной механике стержнем называется тело, у которого максимальный габаритный размер поперечного сечения  $b_{\max}$  намного меньше его длины  $l$ .

В массивных стержнях наименьший размер поперечного сечения  $t_{\min}$  имеет одинаковый с  $b_{\max}$  порядок величины. В тонкостенном стержне  $t_{\min} \ll b_{\max}$  и, разумеется,  $t_{\min} \ll L$ , где  $L$  - длина контурной линии поперечного сечения тонкостенного стержня.

Основное отличие в поведении тонкостенного стержня под нагрузкой от работы массивного стержня состоит в возможном нарушении гипотезы плоских сечений. Типичным примером может служить свободное кручение стержня открытого профиля (труба с продольным разрезом) или же деформация двутавра, загруженного на торце бимоментом. Отклонение от гипотезы плоских сечений в большей мере характерно для тонкостенных стержней открытого профиля и в меньшей – для тонкостенных стержней замкнутого профиля.

Программа Тонус позволяет рассматривать произвольные (в том числе открыто-замкнутые) профили; при этом используется вариант единой теории тонкостенных стержней, предложенный Е.А.Бейлиным. В отличие от программ Конструктор Сечений и Консул, здесь реализован другой подход к формированию модели поперечного сечения. Предполагается, что сечение является тонкостенным и формируется из полосок заданием их толщины и определением положения их срединной линии.

Графические интерактивные средства программы обеспечивают формирование произвольных (в том числе открыто-замкнутых)



тонкостенных сечений. В программе предусмотрен импорт сечений из файлов форматов DXF и DWG, а также работа с параметрическими сечениями, заданными пользователем.

В результате расчета могут быть получены следующие характеристики: площадь поперечного сечения, значения моментов инерции, радиусы инерции, моменты сопротивления, крутильные и секториальные характеристики, координата центра изгиба. Программа позволяет получить поля нормальных напряжений, если заданы внутренние усилия в сечении.

#### 4.2.14 Сезам

**Сезам** – программа Сезам предназначена для поиска сечения типа коробка, двутавр или швеллер, наиболее близко аппроксимирующего заданное пользователем произвольное сечение по геометрическим характеристикам. Исходное сечение может быть задано как файл, полученный в результате работы программ *Консул*, *Тонус* и *Конструктор сечений*, набором геометрических характеристик или как составное сечение из предлагаемого в программе набора прототипов (например, два швеллера, два двутавра, и т.д.).

Для заданного сечения аппроксимируются следующие характеристики: площадь, главные моменты инерции и моменты сопротивления. При этом учитываются указанные пользователем значения весовых коэффициентов.

**Окно управления программой включает следующие элементы пользовательского интерфейса:**

- *инструментальную панель*, которая содержит набор кнопок для открытия файла, записи результата, формирования отчета, создания составных сечений, настройки параметров управления программой, вызова программ *Консул*, *Тонус* и *Конструктор сечений*;

- *таблицу геометрических характеристик* исходного и подобранного сечений;

- группу *Эквивалентное сечение*, которая включает кнопки выбора типа эквивалентного сечения (двутавры, тавр, коробки и швеллер), кнопку Поиск для инициализации режима поиска эквивалентного сечения, а также маркер Округлить размеры, активное состояние которого означает, что в найденном сечении все размеры должны округляться с точностью указанной в параметрах настройки программы;

- кнопки *Выход* и *Справка* для завершения работы с программой и активизации режима получения справочной информации соответственно.

#### 4.2.15 КоКон

**КоКон** – программа представляет собой электронный справочник для определения коэффициентов концентрации напряжений.

## Рассмотрены следующие источники концентрации напряжений:

- Вырезы и выточки.
- Галтели.
- Круглые отверстия.
- Некруглые отверстия.

Кроме того, в программе предусмотрена возможность вычисления коэффициентов интенсивности напряжений для различных случаев напряженно-деформированного состояния при наличии трещин.

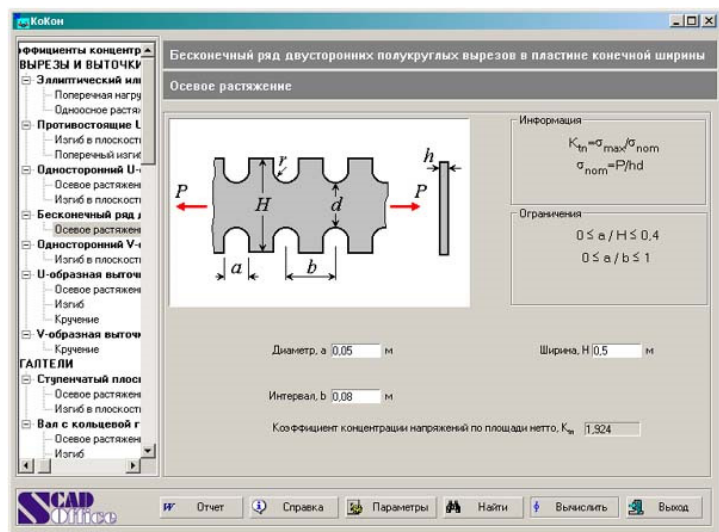
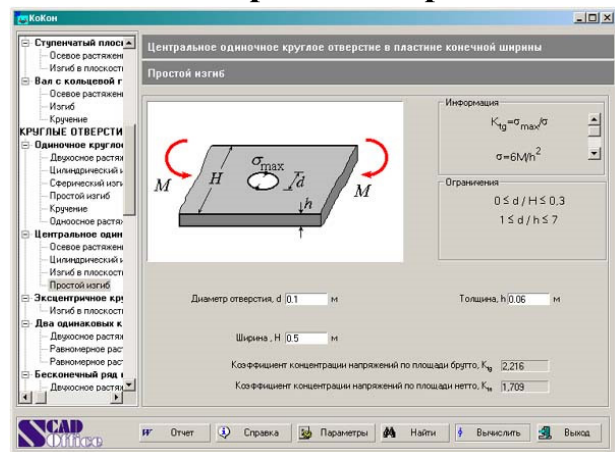
Окно программы КоКон во всех режимах имеет одинаковый набор элементов управления, к которым относятся:

- дерево задач, которое служит для выбора вида расчета;

- окна ввода, в которых задаются исходные данные;

- поля отображения результатов расчета, в которые выводятся значения коэффициентов концентрации напряжения;

- функциональные кнопки для активизации расчета и вызова различных операций управления.



## 4.2.16 КуСт

**КуСт** – программа-справочник предназначена для решения определенного класса задач механики, для которых в литературе приведены аналитические или достаточно точные приближенные решения. Несмотря на то, что большинство этих задач может быть решено с помощью программы SCAD, использование программы КУСТ позволяет получить решение без построения расчетных схем. Кроме того, часть результатов может быть использована для задания данных при построении конечно-элементных моделей (например, коэффициенты расчетной длины, оценки собственных частот и т.п.).

Все решаемые программой задачи объединены в следующие группы:

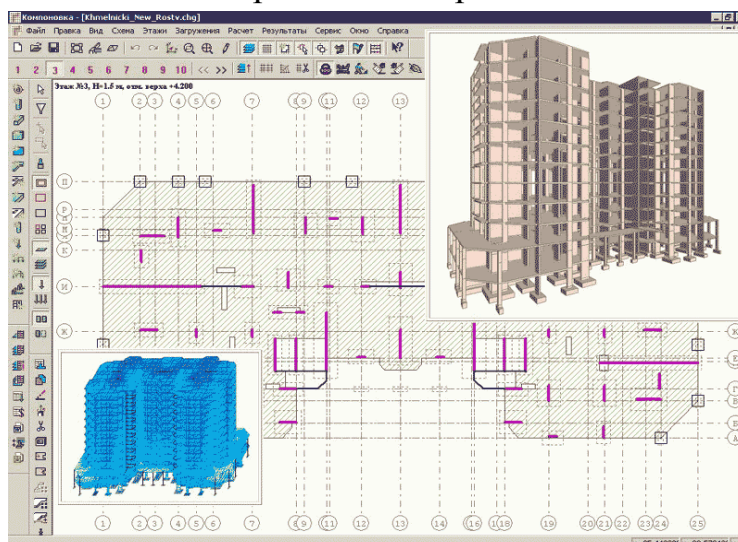
- устойчивость равновесия;
- частоты собственных колебаний;

- другие задачи о колебаниях;
- статические расчеты;
- вспомогательные вычисления.

## 4.2. МОНОМАХ

МОНОМАХ – программный комплекс для автоматизированного проектирования железобетонных конструкций многоэтажных каркасных зданий с выдачей эскизов рабочих чертежей. Широкое использование в современном строительстве монолитно-каркасной технологии определило класс задач, решаемых с помощью программ комплекса МОНОМАХ®. За последние годы ПК МОНОМАХ® был оценен проектировщиками как незаменимый инструмент расчета конструкций жилых и общественных многоэтажных зданий из монолитного железобетона. Программный комплекс МОНОМАХ® предназначен для расчета и проектирования конструкций зданий из монолитного железобетона, а также зданий с кирпичными стенами. В процессе работы комплекса производится расчет здания и его отдельных частей с формированием рабочих чертежей и схем армирования конструктивных элементов. ПК МОНОМАХ состоит из отдельных программ – КОМПОНОВКА, БАЛКА, КОЛОННА, ФУНДАМЕНТ, ПОДПОРНАЯ СТЕНА, ПЛИТА, РАЗРЕЗ (СТЕНА), КИРПИЧ. Эти программы связаны информационно, кроме того, каждая из них может работать в автономном режиме.

**Компоновка.** Модель здания формируется из колонн, балок, стен, перегородок, плит перекрытия и фундаментных плит на произвольной сети плана. Расстановка конструктивных элементов выполняется по узлам сети с помощью мыши или заданием координат в режиме диалога. Перемещение и поворот начала координат, копирование, перенос, удаление одного или группы элементов, модификация числовых значений, копирование этажей – эти и другие сервисные возможности сокращают время создания модели и позволяют выполнить вариантное проектирование. Вертикальные нагрузки на плиты перекрытия задаются в виде распределенных по всей плоскости или по участку, а также в виде сосредоточенных сил. Собственный вес конструктивных элементов учитывается автоматически. Для учета горизонтальных

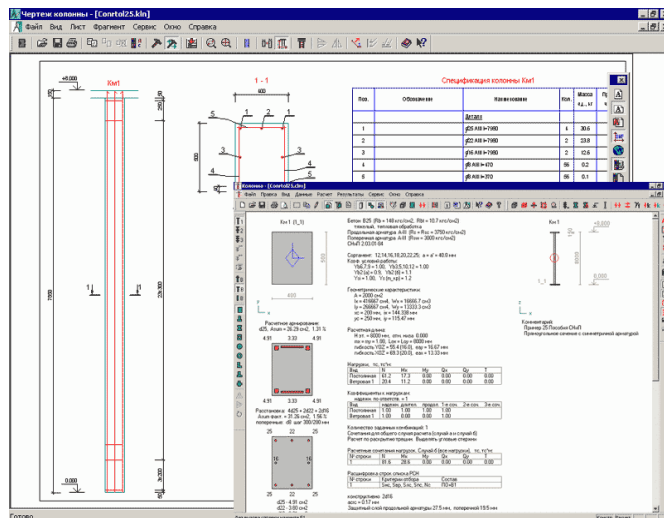




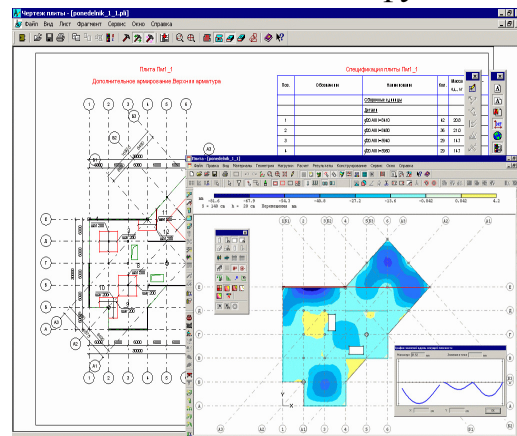
нагрузок (ветровых и сейсмических) задается направление воздействия и информация о районе строительства.

**Балка.** Проектируется монолитная железобетонная многопролетная балка с переменной высотой сечения по пролетам. Сечение балки прямоугольное, учитывается наличие полки. Формирование схемы выполняется в режиме импорта и в автономном режиме. Выполняется расчет балки по первому и второму предельным состояниям (расчет по раскрытию трещин). Выполняется построение огибающих эпюр перемещений, усилий. Определяется необходимая площадь сечения арматуры. Выполняется построение эпюры материалов. Балка конструируется сварными каркасами или вязаной арматурой. Выполняется чертеж.

**Колонна.** Проектируется монолитная железобетонная колонна различных форм сечений: прямоугольного, таврового, крестового, уголкового, кольцевого и других. Формирование схемы выполняется в режиме импорта и в автономном режиме. Выполняется расчет колонны по первому и второму предельным состояниям (расчет по раскрытию трещин). Определяется необходимая площадь сечения арматуры, производится конструирование. Выполняется чертеж.



**Фундамент.** Проектируется монолитный железобетонный фундамент под колонны для заданных инженерно-геологических условий строительства. Формирование схемы выполняется в режиме импорта и в автономном режиме. Выполняется расчет основания и фундамента. Определяется необходимая площадь сечения арматуры, производится конструирование. Выполняется чертеж.



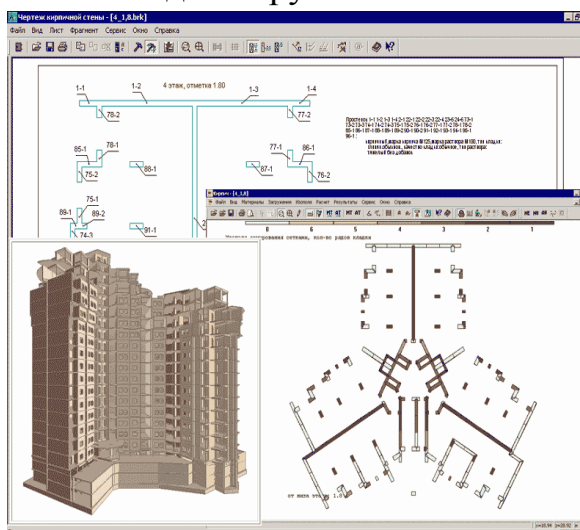
**Плита.** Проектируется монолитная железобетонная плита перекрытия, а также фундаментная плита на естественном основании или на свайном поле. Выполняется расчет плиты по первому и второму предельным состояниям. Определяется необходимая площадь сечения арматуры,

выполняется построение полей расчетного армирования. Плита конструируется сетками и стержнями. Выполняется чертеж.

**Разрез.** Проектируется монолитная железобетонная стена произвольного контура совместно с примыкающими рамными конструкциями. Выполняется расчет стены по первому и второму предельным состояниям (расчет по раскрытию трещин). Определяется необходимая площадь сечения арматуры, выполняется построение полей расчетного армирования. Стена конструируется сетками и стержнями.

**Кирпич.** Выполняется расчет общей схемы здания с учетом совместной работы кирпичных стен и железобетонных включений. Учитывается внецентренное опирание перекрытий на кирпичные стены. Для заданных уровней кирпичных стен выполняется расчет отдельных участков, и в случае необходимости армирования, определяется количество рядов кладки, через которые устанавливаются сетки и формируются соответствующие чертежи.

**Грунт.** Формируется пространственная модель грунтового основания по заданным инженерно-геологическим условиям площадки строительства. Для описания площадки строительства задается база характеристик слоев грунта, (ИГЭ), указывается расположение и отметки устья скважин, слои грунта составляющие ту или иную скважину. Для произвольных штампов нагрузок от проектируемых или существующих зданий определяется поле осадок; по нескольким методикам выполняется расчет и определение жесткости грунтового основания (коэффициентов постели).

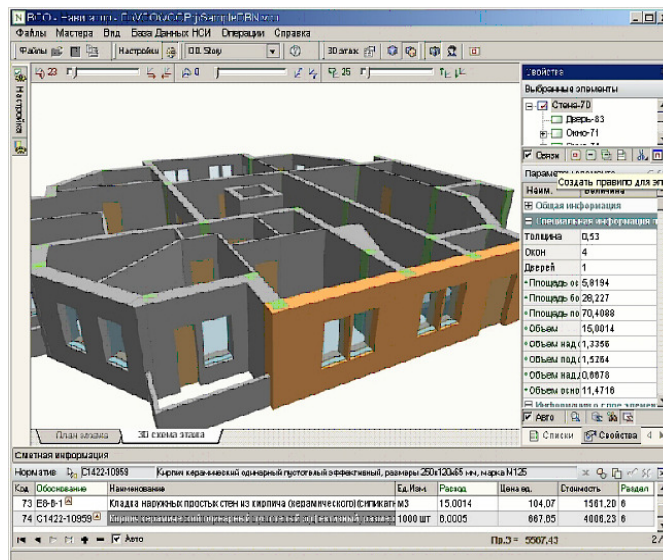


#### 4.4 КАЛИПСО – Комплексная Автоматизированная Линия Проектирования Строительных Объектов

ТЛП КАЛИПСО – средство интеграции на основе единой "Цифровой Модели строительного Объекта" (ЦМО) программных комплексов, автоматизирующих различные разделы проекта: AutoCAD, ArchiCAD, Revit, AllPlan (архитектура), ЛИРА, Мономах (конструкции), Арамис, APC (сантехника), ЭЛЕКТРА (электрика) и др. Используется на стадии проектирования здания.

**ТЛП КАЛИПСО** – инструмент подсчета объемов работ строительных объектов (на основе ЦМО), привязки к сметным нормативам, экспорта в сметные комплексы и системы управления строительством.

Цифровая модель (ЦМО КАЛИПСО):



- содержит исчерпывающую информацию об объекте проектирования в целом;
- включает сведения об элементах здания, помещениях, отделках и т.д., их структуре, свойствах, геометрических характеристиках, координатах и других реквизитах;
- включает информацию о структуре и конфигурации сетей электросилового оборудования, сетей отопления, вентиляции, водоснабжения.

Программные модули КАЛИПСО:

- визуализируют любой фрагмент здания в двумерном и трехмерном виде;
- позволяют настраивать доступ к разным частям проекта (архитектура, конструкции и т.д.);
- предоставляют механизмы открытого импорта/экспорта информации между различными средствами САПР и ЦМО;
- позволяют выполнять анализ и корректировку данных модели, осуществлять выборку элементов модели (списки, фильтры, запросы) по заданным критериям;
- формировать базу правил автоматического подбора сметных нормативов для любых элементов здания и отделок;
- подсчитывать и передавать объемы работ и ресурсы для сметных программных комплексов и для задач календарного планирования в привязке к производственным нормам на любой фрагмент здания;
- осуществлять подсчет предварительных прямых затрат на здание, этаж и на любую группу элементов.

**4.5 STARK ES**

Назначение – для расчета пространственных конструкций на прочность, устойчивость и колебания.

Кроме рассмотренных выше отечественных ПК, в проектной практике используются адаптированные к нормативной базе и сортаменту РФ программы, ядро которых – зарубежное. Более десяти лет в числе первых ПК на нашем рынке появился MicroFe в то время с высокими скоростными ресурсными возможностями, но широкого применения не нашел из-за медленной адаптации к отечественным СНиП, стандартам и сортаменту.

Научный потенциал нескольких центральных институтов (ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, НИИЖБ, НИИОП, ЦНИИПСК им. Мельникова и другие) позволяет на базе MicroFe создать ПК под новым названием – STARC EC.

Здесь были формализованы многие новые методы расчета и проектирования конструкций, в частности, учет пульсационной составляющей, ветровой нагрузки, определение расчетной сейсмической нагрузки для сооружения с учетом пространственного характера воздействия, возможности пространственного моделирования массива грунта и др.

Однако, несколько лет назад новый научный творческий коллектив распался и STARC EC снизил темпы развития.

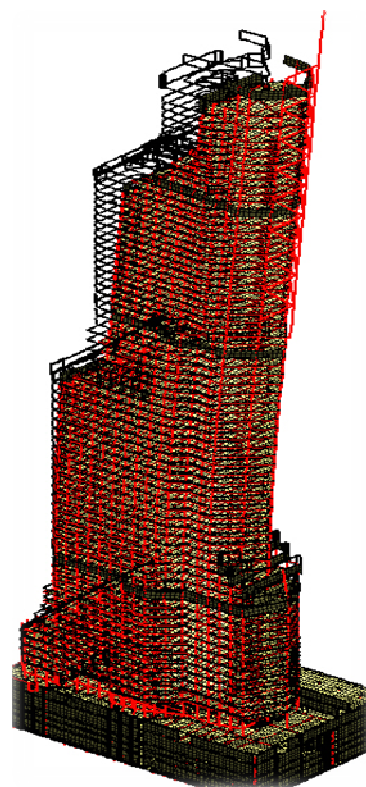
Цель адаптации зарубежных ПК экономически оправдана, так как на создание такого программного продукта уходит несколько десятков лет и огромные высококвалифицированные трудовые и финансовые ресурсы. (Например, ЛИРА создавалась более 50 лет).

В Казани STARC EC использует ПИ Татинвестгражданпроект.

По структуре и возможности этот и два ниже рассматриваемых адаптированных комплекса аналогичны Лире и SCAD, но в конструировании узлов и элементов по параметризованным прототипам уступают им. Поэтому нет необходимости рассматривать их так же подробно.

#### Расчеты на основе метода конечных элементов

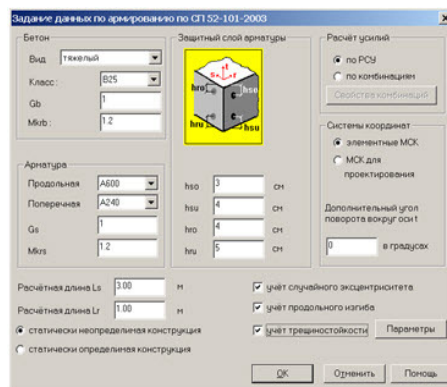
- Линейный и нелинейный статический расчет.
- Расчет на собственные колебания в произвольном диапазоне частот, а также относительно деформированного состояния с учетом односторонней работы канатов, связей, шарниров.
- Расчет на вынужденные колебания при силовой динамической нагрузке и кинематическом возбуждении основания (землетрясении).



- Расчет на устойчивость с учетом растянутых элементов, в т.ч. при сложном нагружении и с учетом односторонней работы канатов, связей, шарниров.
- Спектральный анализ матрицы жесткости.
- Предельный жестко-пластический анализ.
- Оценка точности расчета.

### Конструктивные расчеты

- Определение опасных расчетных сочетаний усилий в сечениях элементов и опорных реакций по различным критериям, в т.ч. с учетом возможной изменчивости расчетной схемы (вариации модели) и с учетом последовательности возведения/монтажа конструкции.
- Расчет армирования и проверка элементов железобетонных конструкций в соответствии со СНИП 52-01-2003, СП 52-101-2003, СП 52-103-2007 и СНИП 2.03.01-84\*, в т.ч. с учетом требований по трещиностойкости и ограничению ширины раскрытия трещин.
- Расчет ребер железобетонных плит и стен в соответствии со СНИП 52-01-2003, СП 52-101-2003 и СНИП 2.03.01-84\*; расчет плоских бетонных и железобетонных плит на продавливание колоннами в соответствии с СП 52-101-2003.
- Обработка и унификация конструктивных стержневых железобетонных элементов (колонн, балок и др.).
- Расчет элементов стальных конструкций на прочность, общую и местную устойчивость, расчет сварных швов в соответствии со СНИП II-23-81\*.
- Подбор сечений прокатных элементов по напряжениям.
- Проверка прочности и устойчивости трубожелезобетонных элементов.
- Оценка прочности стержневых и пластинчатых элементов при статических и динамических воздействиях, в т.ч. проверочный сейсмический анализ конструкций с использованием акселерограмм сейсмического движения грунта.



### Расчеты на сейсмические воздействия

- Определение сейсмических нагрузок линейно-спектральным методом для произвольного спектра ответа и произвольного направления сейсмического воздействия в соответствии с нормами России, Азербайджана, Армении, Казахстана, Узбекистана, Украины, а также «Рекомендациями по определению расчетной сейсмической нагрузки для сооружений с учетом пространственного характера воздействия и работы конструкций» ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко.

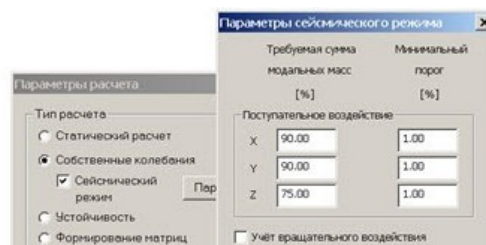
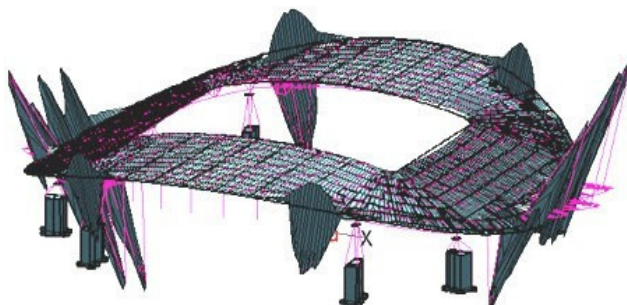
- Учет поступательного и вращательного движения основания на основе применения интегральной модели воздействия.
- Учет взаимных перемещений опор пространственных и линейно-протяженных сооружений на основе применения дифференцированной модели воздействия.
- Учет геометрической и конструктивной нелинейности.
- Динамический расчет во времени на многокомпонентные акселерограммы, в т.ч. с учетом ротации основания, с анализом несущей способности конструкций.
- Определение опасного направления сейсмического воздействия.
- Определение значимых форм колебаний, обеспечивающих требуемую сумму модальных масс, и исключение несущественных форм на этапе расчета на собственные колебания и на этапе расчета сейсмических нагрузок.

#### Расчет на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки

- Расчет в соответствии со СНиП 2.01.07-85\* и "Рекомендациями по уточненному динамическому расчету зданий и сооружений на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки" ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко.
- Учет геометрической и конструктивной нелинейности.
- Определение ускорений колебаний конструкции.

#### Возможности моделирования

- Автоматическая генерация конечно-элементных моделей многоэтажных зданий, ферм, рам, поверхностей вращения и поверхностей, заданных аналитически.
- Стержневые конечные элементы для плоских и пространственных задач, в т.ч. с учетом поперечного сдвига.
- Специальные стержневые элементы для моделирования ребер жесткости и канатов.
- Высокоточные изотропные и ортотропные пластинчатые и объемные конечные элементы (гибридные и метода перемещений).
- Универсальные элементы для расчета тонких и толстых плит.
- Многослойные стержневые и пластинчатые элементы.
- Жесткие и упругоподатливые опоры в произвольно ориентированных системах координат, в т.ч. односторонние.



- Одно- и двухпараметрические упругие основания, включая односторонние.
- Моделирование естественного грунтового основания на основании данных инженерной геологии с построением модели упругого основания или пространственной модели массива грунта из объемных конечных элементов.
- Идеальные и упругие шарниры в стержневых и пластинчатых элементах, в т.ч. односторонние и нелинейные.
- Учет физической нелинейности работы материалов пластинчатых элементов по билинейной и криволинейной диаграммам, в т.ч. в железобетонных плитах и стенах.
- Формирование произвольных, в т.ч. тонкостенных сечений элементов и расчет их характеристик.
- Возможность выполнять расчеты пофрагментно и с учетом изменения расчетной схемы в процессе нагружения.
- Возможность учета различных свойств конструкций и оснований при статических и динамических воздействиях.
- Различные способы моделирования работы конструкций в узлах сопряжений, в т.ч. несоосных.
- Абсолютно твердые тела и объединение перемещений узлов.
- Учет начального искривления осей стержней.
- Силовые и кинематические сосредоточенные и распределенные нагрузки по любому направлению, в т.ч. независимые от КЭ сетки.
- Температурные нагрузки и нагрузки предварительного напряжения.

#### **4.6 MicroFe**

Первые версии ПК использовались отечественными пользователями только для быстрых статических расчетов, т.к. они не был адаптирован к нормативной базе и сортаментам РФ. Затем на базе MicroFe создается ПК STARC EC. Однако, после распада творческой группы научного сопровождения STARC EC, Micro Fe снова становится самостоятельно развивающимся, современным программным продуктом.

Достоинства по сравнению с Лира и SCAD:

– расчет пульсационной составляющей ветровой нагрузки в соответствии с адаптированным СНиП 2.01-07-85\*:

– расчет на сейсмические воздействия по реальным акселерограммам в трехмерном моделировании в соответствии со СНиП II-7-81\*.

В Казани используется в Проектном Институте «Промстройпроект». Программный комплекс MicroFe является мощным инструментом инженера-конструктора, сочетающим легкость формирования расчетной схемы с многообразием инструментов для учета всех особенностей работы конструкции. Возможность решать задачи как в линейной, так и в нелинейной постановке, проводить динамические расчеты (собственные

колебания, расчет на динамическое воздействие, в том числе с учетом нелинейных связей), анализ устойчивости позволяет выполнять комплексный анализ работы конструкции. Дополнительные виды расчетов, такие как: расчет на прогрессирующее разрушение, определение спектральных свойств матрицы жесткости позволяет выявить слабые места конструкции и найти оптимальные расположение и сечения элементов несущих конструкций.

### **Отличительные особенности ПК MicroFe:**

1) Повышенное внимание при разработке уделяется точности получаемых результатов. Для обеспечения наивысшей точности расчетов используются новейшие разработки в методе конечных элементов. Применение гибридных конечных элементов позволяет получать хорошую точность без дополнительного мелкого разбиения.

2) Формирование модели ведется в понятных инженеру-строителю терминах. В качестве составляющих частей модели фигурируют обычные строительные элементы (плита, стена, колонна, балка и др.). Развитые возможности построения модели, использование информации о модели из архитектурных программ (в первую очередь, ViCADo) и графических программ (форматы dxf, dwg) делают работу с моделью комфортной.

3) Учет реальных размеров строительных конструкций позволяет повысить точность получаемых результатов для особых точек и обойти недостатки метода конечных элементов. Специальные инструменты для корректного учета стыков колонна – плита, балка – стена, стена – плита, плита-ребро дают возможность корректно смоделировать соответствующие реальные связи и получить корректные результаты для данных стыков без дополнительных затрат труда (большинство из этих инструментов могут быть сгенерированы автоматически). Работа с несогласованными сетками позволяет получить качественные конечно-элементные сетки при корректном моделировании стыков конструктивных элементов.

4) Модель слоистого грунтового основания с возможностью задания нелинейных свойств соединения фундаментов с грунтовым массивом и нелинейных свойств грунта позволяет корректно учесть влияние работы основания на несущую конструкцию. Модель позволяет учесть разность свойств по слоям, влияние соседних строений, что невозможно при использовании различных моделей упругого основания.

5) Мощное расчетное ядро позволяет решать задачи большой размерности за короткое время на обычных персональных компьютерах. Автоматическое распараллеливание расчетов позволяет использовать все ресурсы многопроцессорных (многоядерных) компьютеров для ускорения расчетов.



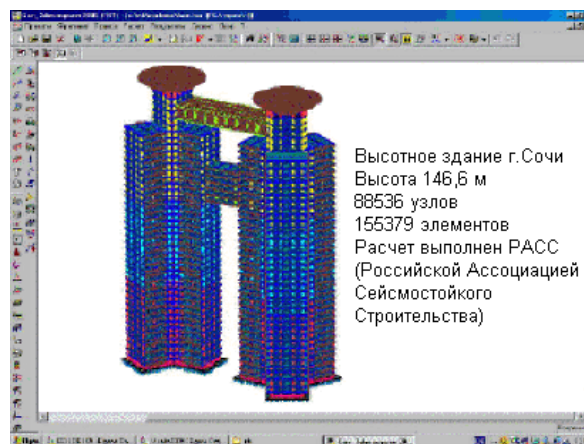
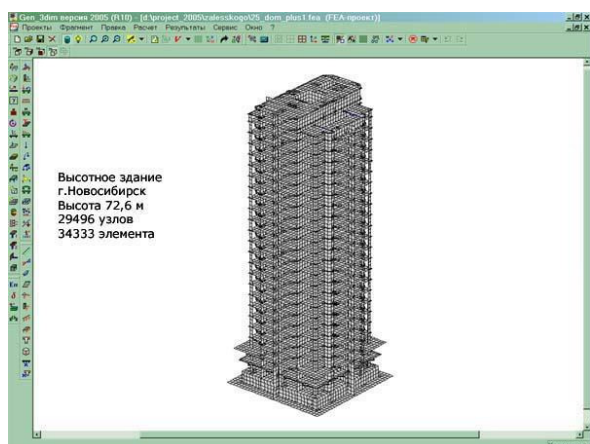
6) Реализация новейших нормативных документов. Сотрудничество с нормообразующими институтами позволяет корректно реализовать новые нормативные документы сразу после их выхода.

7) Реализация новых типов расчетов. Реализованы расчеты на прогрессирующее обрушение, расчет теплопроводности, расчет на сейсмическое (динамическое) воздействие с учетом работы нелинейных связей (сейсмоизоляторов). Реализована оценка надежности конструкций вероятностными методами.

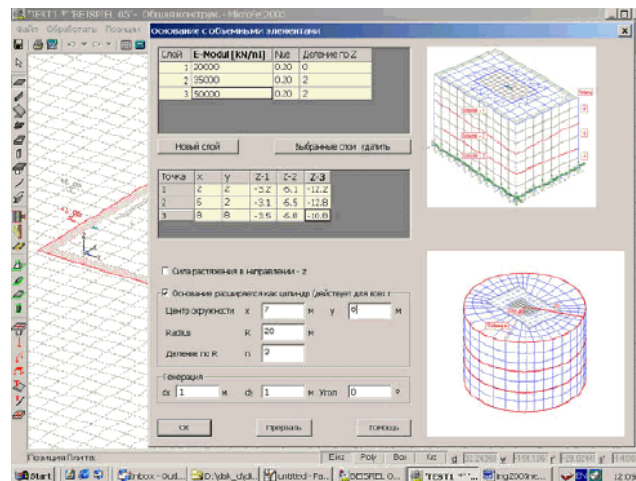
8) Связь с другими программами проектирующей системы ING+ (ViCADO, Статика) позволяет выстроить сквозную технологию проектирования строительных конструкций.

### **Возможности расчетов:**

- плоские и пространственные стержневые конечные элементы, в том числе с учетом поперечного сдвига;
- современные высокоточные конечные элементы плоских оболочек (гибридные и метода перемещений) для расчета пространственных систем;
- высокоточные элементы плит (в том числе толстых) и балок-стенок;
- высокоточные объемные элементы, в том числе ортотропные подбалки/надбалки (ребра жесткости);
- опоры в произвольно ориентированных системах координат;
- одно- и двухпараметрические упругие основания, в том числе односторонние;
- упругие и упруго-пластические связи (шарниры) в произвольно ориентированных системах координат по всем степеням свободы для всех типов элементов;
- начальные несовершенства;
- изотропные и ортотропные материалы, в том числе обобщенный ортотропный материал;
- определение характеристик сложных сечений, в том числе тонкостенных;



- сосредоточенные и распределенные нагрузки (силовые и кинематические) в произвольно ориентированной системе координат, в том числе независимые от сетки;
- свободные распределенные нагрузки (с возможностью преобразования в узловые);
- температурные нагрузки, подвижные нагрузки;
- преднапряжение;
- использование метода подконструкций для больших систем.



### **Статические, динамические расчеты и расчеты на устойчивость, в том числе:**

- с учетом односторонних связей, односторонне работающих элементов, одностороннего упругого основания (модели Винклера и Пастернака);
- по теории II порядка (расчет по деформированной схеме) для всех типов элементов;
- по теории III порядка для комбинированных систем;
- расчеты на устойчивость, в т.ч. при сложном нагружении;
- определение расчетных длин элементов;
- определение собственных значений и собственных векторов матрицы жесткости (анализ обусловленности и распределения жесткостей в системе), в том числе с учетом конструктивной нелинейности;
- определение частот и форм собственных колебаний в заданном интервале (в т.ч. с учетом изменения жесткости системы от статических нагрузок);
- расчет на вынужденные колебания;
- многопроцессорный расчет.

### **Конструктивные расчеты железобетонных и металлических конструкций по СНиП, в том числе:**

- определение требуемой арматуры и проверка прочности сечения для железобетонных элементов, в том числе подбалок/надбалок;
- подбор сечения по напряжениям для стальных конструкций;

– проверка прочности и устойчивости элементов стальных конструкций.

#### **Расчет пульсационной составляющей ветровой нагрузки**

– в соответствии со СНиП 2.01.07-85, а также по другим нормативно-методическим материалам.

#### **Расчет на сейсмические воздействия**

– расчет на сейсмические воздействия в соответствии со СНиП II-7-81\*, на многокомпонентные акселерограммы, определение сейсмических нагрузок с учетом ротационных свойств воздействия и неравномерного в плане поля ускорений.

#### **Развитый графический и табличный вывод**

– показ результатов в виде изолиний, изоповерхностей, цифровых значений или эпюр по произвольным сечениям, в том числе для произвольных фрагментов; вывод исходных данных и результатов расчета в табличном и графическом виде в Microsoft Word, в графическом виде — в DXF-, HPGL-файлы.

### **4.7 Robot Millennium**

Более 10 лет на рынке Российской Федерации продвигается последовательно адаптируемый французский ПК. В настоящее время это современный ПК по назначению аналогичный Лире и SCAD с отличительными особенностями:

– актуальным является возможность расчета по Eurocodes, т.к. в РФ готовятся официальные версии перевода и ввода их в действие на территории России со вступлением в ВТО;

– возможность использования 6-8 норм США и Европы при проектировании для стран бывших колоний, использующих нормативную базу Франции, Британии и т.д.

Robot используют многие Московские проектные организации, в частности, при проектировании для Индии, Алжира и др. стран, т.к. при проектировании должны использоваться нормы страны-заказчика.

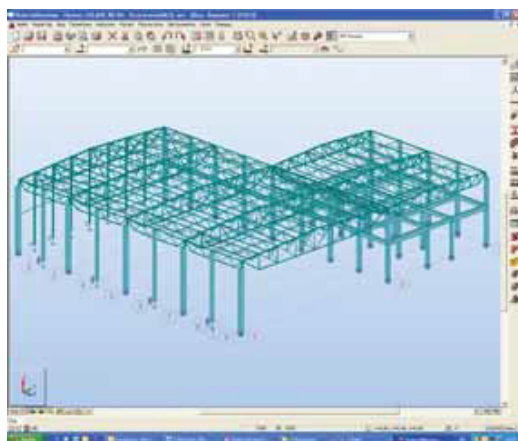
Опыт использования Robot имеется на кафедре МКИИС для расчета сооружений на ветровую нагрузку по Еврокодам.

Robot Millennium – современный инженерный программный комплекс для расчета строительных конструкций и сооружений на прочность, устойчивость и динамические воздействия методом конечных элементов, с генерацией отчетной документации и обменом данными с чертежными программами пакета Robot office, с целью производства рабочих чертежей КМ, КМД, КЖ. Мощный графический редактор (препроцессор), входящий в Robot Millennium, используется для формирования, расчета и проектирования различных типов строительных конструкций и сооружений. Комплекс позволяет создавать конечно-элементные модели для стержневых, пластинчатых (мембраны, оболочки),

объемных и смешанных конструкций, выполнять расчеты и осуществлять проверку полученных результатов, используя мощную систему обработки данных (постпроцессор), а также генерировать отчетную документацию (включая чертежи раскладки арматуры, стальных соединений) по результатам расчета запроектированной конструкции и переводить модель в чертежную программу с возможностью корректировки в результате возникающих изменений. Это полное, универсальное решение для инженера-строителя, легко объединяющее как простой, так и углубленный расчет: учет геометрической и физической нелинейности, динамические задачи, сейсмические воздействия. Robot Millennium удобен как для анализа простых плоских рам, так и для решения задач с вантовыми элементами, бетонными оболочками, нелинейностью и т.п. Раньше инженерам приходилось обращаться к нескольким программам для полного расчета сооружения, в Robot Millennium возможен анализ и проектирование в одном и том же графическом пользовательском интерфейсе.

Задачи программы:

- быстро создать модель конструкции любой сложности;
- выполнить расчет;
- проанализировать результаты;
- проверить и спроектировать конструкцию в соответствии с нормами;
- сформировать отчет;
- сгенерировать отчетную документацию в виде чертежей армирования ж/б элементов и металлических соединений;
- связаться с чертежными программами с возможностью корректировки модели в любой момент времени.

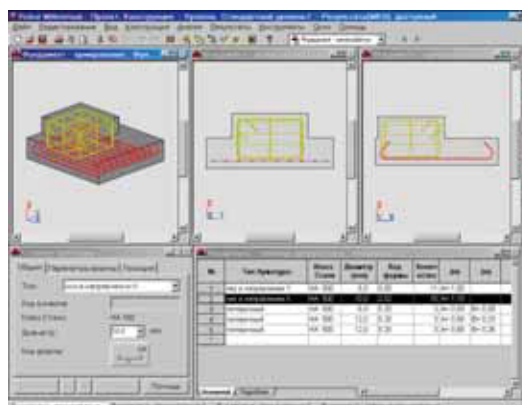
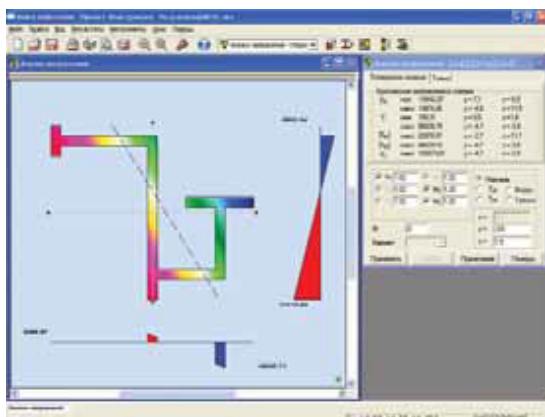


Ключом к успеху Robot Millennium является то, что инженер имеет доступ к широкому диапазону типов расчета. Все дополнительные компоненты интегрированы в один единственный графический интерфейс пользователя, гарантируя таким образом всеобъемлющее решение проблем проектирования зданий и сооружений:

- статический расчет в линейно-упругой и упруго-пластической постановке;
- анализ вантовых конструкций (включая мачты и вантовые сети) растянутых и сжатых элементов;
- анализ больших перемещений; (дифференциальное,  $P$ -дельта);
- расчет с учетом геометрической нелинейности  $P$ -дельта расчет;
- определение частот и форм собственных и вынужденных колебаний зданий;
- частотный, модальный и псевдо-анализ форм колебаний. Нагрузки преобразуются в массу для анализа форм колебаний; сейсмический расчет может быть выполнен как ответный спектр (включены часто используемые спектры) или же по различным сейсмическим нормам типа UBC 97, IBC 2000, СНиП II -7-81\*, СНиП 2001;
- линейный или нелинейный временной анализ позволяет назначать временную функцию (определяемую пользователем, гармоническую и т.д) к определенным вариантам нагружений для ударного или вибрационного анализа;
- расчет предельной устойчивости — (PUSH-OVER);
- анализ напряжений позволяет оценивать распределение напряжений вдоль и поперек выбранного элемента. Отдельно может быть исследовано перераспределение напряжений при продольном усилии, изгибе и сдвиге, предоставляя таким образом полезный механизм для проектирования сечений, когда последние не отвечают требованиям норм.

Модули, входящие в расчет:

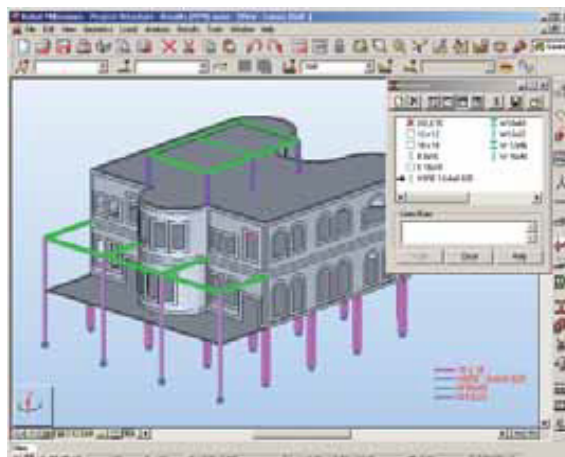
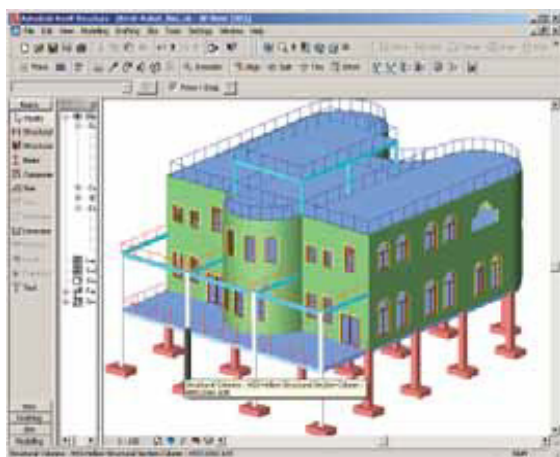
- проверка на прочность и устойчивость стальных элементов конструкции в соответствии с требованиями СНиП II-23-81\*;
- подбор и размещение продольной и поперечной арматуры железобетонных балок, колонн и плит в соответствии с требованиями СНиП 2.03.01-81\*;
- расчет фундаментов на естественном основании, расширяемая база характеристик грунтов.



В дополнение ко всем “стандартным” сечениям, может быть определена любая новая форма, используя инструмент построителя сечения: тонкостенного, сплошного, сложного, составного. Геометрия вводится прямо с экрана или из таблицы координат. Рассчитываются все свойства произвольных сечений (площадь, центр тяжести, центр кручения, моменты инерции и т.д.). могут быть сохранены в базе данных, чтобы использоваться затем в общей модели расчета.

Robot Millennium имеет модуль проектирования стальных элементов по многим нормам, включая: СНиП II-23-81\*, ASD, LRFD, CAN, EIA, BS, DIN, EC3 и European National Standards. Пользователь может проверять предварительно рассчитанные сечения и оптимизировать их. Доступны диаграммы с коэффициентом запаса по прочности и отображением перенапряженного элемента в модели.

Robot Millennium имеет обширный диапазон и гибкие инструменты для проектирования железобетона по нормам СНиП 2.03.01-84\*, ACI 318-99, BS, Eurocodes. Результаты приводятся для обеих групп предельных состояний. Рассчитывается теоретическая и фактическая арматура. Отчеты включают таблицы, эпюры и карты результатов плюс любые виды конструкции. В отчете всегда учитываются любые изменения, сделанные в модели конструкции, благодаря чему расчеты и результаты всегда связаны с текущей моделью конструкции. Развитой механизм фильтрации позволяет пользователю быстро и точно увидеть общие экстремумы, пределы и результаты для отдельных параметров элемента, материала и т.д. Отчеты могут читаться в формате Microsoft Word, в то время, как исходные данные и результаты могут экспортироваться в формате Microsoft Excel. Ведомость объемов работ с весом конструкции, объемом, площадью поверхности и т.д., а также оценка уровня стоимости составляется после указания пользователем цен за единицу материала. ROBOT Millennium импортирует файлы Staad (\*.std) и SAP (\*.s2k, \*.\$2k). Доступны также форматы IGES (\*.igs), DSTV и CIM Steel (\*.stp), SSDNF



(\* .sdf), Femap (\*.neu) и SAT (\*.sat), Лира. Возможно сохранение файлов Robot в формате VRML для представления конструкций и моделей на веб-сайте. Robot тесно сотрудничает с компаниями Autodesk и COADE, в результате чего была создана интегрированная связь Robot Millennium с Autodesk Rivit Structure и CADWorx Steel. Импорт расчетных моделей из SCAD, Staad, SAP, Лира.

## 4.8 МАЭСТРО

Данный комплекс удачно закрывает нишу для проектирования небольших зданий различного назначения, для которых не требуется разработки сложных архитектурно-дизайнерских эскизных проработок и согласований, а также многовариантных расчетных схем и конструктивных решений. МАЭСТРО удобен для небольших проектных организаций, т.к. не требуется приобретение различных ПК при разработке полного пакета рабочей документации.

ПК МАЭСТРО в Казани используется в ПИ «Союзхимпромпроект».

Комплекс МАЭСТРО предназначен для проектирования гражданских зданий и состоит из нескольких самостоятельных разделов:

- архитектурного,
- конструктивного (перекрытия, перекрытия, ленточные фундаменты, свайные фундаменты, сечения фундаментов);
- сантехнического (отопление, водопровод и канализация, газоснабжение).

Каждый из перечисленных разделов работает в среде AutoCAD. Все модули технологически связаны между собой и образуют неразрывную цепочку комплексного проектирования. В то же время комплектность приобретения модулей программы определяется потребностями и возможностями проектировщика.

Некоторые из модулей, входящих в состав программного комплекса:

- «Администратор проектов» помогает формировать проектную документацию в соответствии с нормами и содержать ее в порядке;
- «Металлопрокат» предлагает инструменты для отрисовки схем и узлов чертежей металлических конструкций. Кроме отрисовки сечений профилей в заданном ракурсе, здесь есть возможность проставлять выбранные пользователем условные обозначения сварных швов, что заметно экономит время. В этом модуле содержится обширная база металлопроката, включающая все известные сортаменты с необходимыми данными для расчета и конструирования.

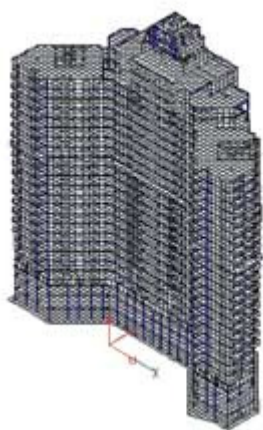
В пакете предусмотрена возможность экспорта данных в вычислительный комплекс SCAD. В результате в препроцессор вычислительного комплекса передается практически готовая расчетная схема модели со всеми геометрическими характеристиками, взятыми из чертежа. При этом из МАЭСТРО можно экспортировать данные на основе

объемной модели здания, созданной не только его собственными средствами, но и средствами Autodesk Architectural Desktop.

Все модули МАЭСТРО располагают соответствующими базами. Все базы имеют сходный интерфейс, поэтому, ознакомившись с одной из них, проектировщик легко осваивает работу с остальными. Базы открыты, легко пополняются и редактируются по мере необходимости. В процессе работы с чертежом можно создать недостающий элемент, внести его в базу и тотчас же воспользоваться им, вставив его из базы в чертеж. Все базы МАЭСТРО имеют иерархическую структуру, способную развиваться по любому принципу, который проектировщик сочтет для себя удобным. Кроме того, в пакете предусмотрен инструмент создания и сохранения базы собственных символов, в которой проектировщик может хранить свои наработки, независимо от того, изделие это, узел или целый план здания.

### МАЭСТРО-А

Архитектору предоставлена возможность выбора подхода к решению проектной задачи. В зависимости от потребностей и желания, можно начинать проектирование с создания объемной модели с последующим автоматическим получением плоских планов, фасадов, разрезов, а можно сначала выполнить формирование плоских фасадов, по которым автоматически будут получены трехмерные модели стен. При этом форма развертки стены может быть произвольной. Развертки стен динамически связаны с объемной моделью, и изменения на развертке автоматически могут быть перенесены на модель.



*Конечноэлементная модель  
жилого здания*

Можно создать несколько вариантов разверток одной и той же стены, и каждый примерить к объемной модели, чтобы выбрать наиболее подходящий. Компоновка плоских разверток может выполняться путем вставки окон и дверей из базы стандартных элементов или через отрисовку замкнутых полилиний, отображающих контуры проемов, выступов и углублений. Крыши, созданные средствами МАЭСТРО, нужны не только архитекторам для создания

объемных моделей, но и конструкторам — они получают абсолютно точную геометрию крыши, на основе которой легко создавать чертежи стропильной системы и благодаря которой разрешается вопрос об отметке опирания диагональной ноги на стену. Новым функциям обрадуются и сметчики, которые теперь в любой момент могут получить



абсолютно точные данные о площадях всех или только указанных скатов крыши, а также длины ветровых досок.

Объемные модели, выполненные средствами МАЭСТРО, корректно передаются в 3D Studio VIZ/MAX для выполнения высококачественной визуализации.

### **МАЭСТРО-К**

Этот раздел пакета предназначен для конструкторов и состоит из следующих самостоятельных подразделов:

- перекрытия;
- перемычки;
- ленточные фундаменты;
- свайные фундаменты;
- сечения фундаментов.

Пакет содержит базы сборных железобетонных плит, перемычек, плит фундаментов, блоков стен подвалов, свай. Заготовкой чертежа для работы с любым из конструкторских модулей может служить план соответствующего этажа, выполненный средствами МАЭСТРО или Autodesk Architectural Desktop.

#### **Перекрытия**

Модуль «Перекрытия» позволяет строить схемы расположения элементов перекрытий в полном объеме. Раскладка плит осуществляется по участкам. Приоритетными признаками являются:

- минимальная ширина монолитных участков;
- минимальное количество типоразмеров плит;
- максимальное количество плит большой ширины.

При раскладке можно также задавать величину задвижки плит на поперечные стены, а при выборе вариантов, кроме того, и местоположение монолитного участка. Предусмотрено получение спецификаций по листу, по части листа, получение сводных спецификаций по нескольким чертежам и по всему объекту. Раскладка плит корректируется в процессе работы, предусмотрен также режим ручной раскладки, а в конце работы — возможность перенумерации марок всех плит на планах перекрытия. Несмотря на то, что пакет МАЭСТРО — графический, программа позволяет выполнять расчет в соответствии со СНиП 2.03.01-84, конструировать и отрисовывать сечения монолитных участков, после чего автоматически формируются спецификации монолитных участков, арматурных изделий к ним и ведомость расхода стали. Если же проектировщику требуется более сложный и подробный расчет, его можно выполнить в том же вычислительном комплексе SCAD, а результаты расчета использовать для создания чертежей.

## **Перемычки**

Модуль «Перемычки» позволяет раскладывать перемычки, используя автоматически получаемую из чертежа информацию о проеме, толщине стены, уровне низа перемычек. Нужно только указать, есть ли опирание перекрытия в этом месте, а если есть, то одностороннее оно или двустороннее. При раскладке перемычек производится их автоматическая нумерация; если же происходит какая-то корректировка чертежа, то программа позволяет сделать перенумерацию марок во всех чертежах объекта (кстати, нумерация будет сквозной по всему объекту). После завершения раскладки перемычек и сохранения информации, проектировщик получает ведомость перемычек и спецификацию брусков.

Следует отметить, что в качестве перемычек программа может использовать не только сборные железобетонные бруски и прогоны, но и металлопрокат. Кроме того, при желании, в базу перемычек можно внести и монолитные железобетонные сечения, которые также будут приняты во внимание и внесены в спецификацию.

## **Ленточные фундаменты**

Модуль «Ленточные фундаменты» позволяет разбивать здание на участки, задавать информацию об участках раскладки и получать (используя расчет по СНиП 2.02.01-83) ширину фундаментных плит на каждом из участков. После этого предоставляется возможность отрисовать контуры участков, произвести проверку их корректности и выполнить подчистку соединений. Когда контуры готовы, программа автоматически раскладывает фундаментные плиты. Раскладка может выполняться по всему чертежу или по отдельным его участкам. В случае необходимости, например на криволинейных участках, раскладка может быть выполнена вручную.

## **Свайные фундаменты**

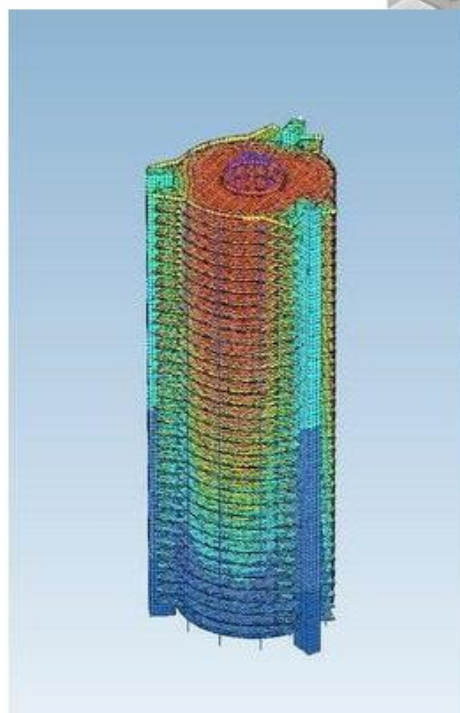
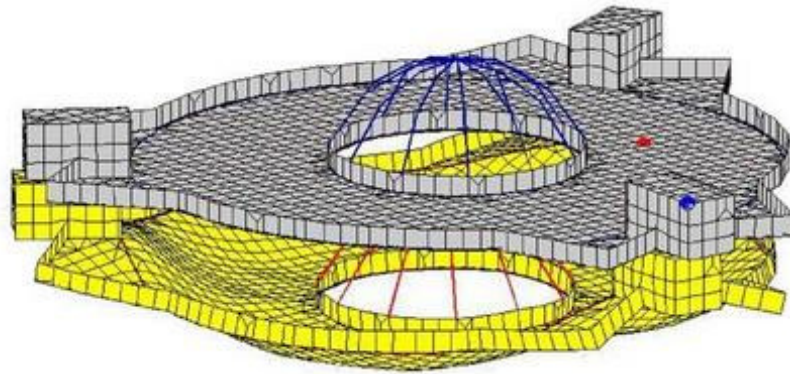
Первая часть этого модуля дает возможность выполнять рабочие чертежи свайных полей с применением свай любого типа для зданий и сооружений всевозможного назначения и конфигурации. Проектировщик в автоматическом режиме может выполнить расстановку свай для одно-, двух- и трехрядного полей и свайных кустов, а в ручном режиме — для любого свайного поля.

Вторая часть модуля «Свайные фундаменты» предназначена для отрисовки контуров ростверков (с расчетом или без), отрисовки сечений ростверков, отрисовки каркасов ростверков и деталей сопряжения ростверка со сваей и стыка каркасов. Таким образом, модуль позволяет получить полностью оформленный чертеж плана ростверков со всеми таблицами и чертежи арматурных изделий со спецификациями.

## Сечения фундаментов

Модуль предназначен для конструирования, отрисовки и ведения базы сечений ленточных, свайных и других типов фундаментов, а также для расчета объемов стен подвалов.

Исходной информацией для формирования сечения служат три плана: фундаментов, подвала и перекрытий над подвалом.



Бизнес-центр класса "А", г. Новосибирск

## **МАЭСТРО-С**

Данный пакет программ предназначен для выполнения санитарно-технических чертежей разделов «Отопление», «Водопровод и канализация», «Газоснабжение» и обеспечивает отрисовку элементов систем отопления, ВК и газоснабжения в планах чертежей и автоматизированное получение схем в аксонометрической проекции.

## 5. Программы для расчета оснований и фундаментов

Почти в каждом расчетном комплексе Лира, SCAD и других есть модели по расчету оснований и проектированию фундаментов, но применение специальных ПК оправдано, в частности, в крупных проектных организациях, когда значительные объемы по проектированию фундаментов или сложные фундаменты не только под строительные конструкции, но и под оборудование. В таких случаях целесообразно назначать отдельно специалиста или группу, которые специализируются на расчетах и проектировании раздела, включая геологию.

Программ по проектированию различных типов фундаментов много, но мы остановимся только на двух наиболее применяемых ПК, в частности, в ведущих проектных институтах Казани.

### 5.1 ФОК-ПК, ФОК-ПК Ленточные фундаменты.

Проектирование фундаментов под колонны каркасных зданий на естественном, свайном забивном и свайном буронабивном основании, проектирование (проверка) ленточных фундаментов на естественном и свайном основании под стены бескаркасных зданий, проектирование гравитационных подпорных стен и подпорных стен из буронабивных свай и шпунтов другой конструкции.

**ФОК-ПК** – программа проектирования и подбора из базы отдельно стоящих фундаментов под колонны каркасных зданий на естественном, свайном забивном и свайном буронабивном основании.

В версии 2008 года программы «ФОК-ПК» реализованы следующие возможности.

1. В редакторе исходных данных при вводе по фундаменту-аналогу можно задать количество новых типоразмеров. Редактор исходных данных доработан функцией переноса данных с фундамента-аналога одной, или нескольких таблиц на фундамент–получатель или фундаменты-получатели. При опирании нескольких колонн на подколонику автоматически определяется продавливающий штамп для свайного фундамента, а для забивных свай достаточно задать марку сваи по серии 1.011.01-10. Максимальное количество типоразмеров фундаментов в комплексе 1000.

2. Редактор ввода плана доработан возможностью поворота местных осей фундамента относительно осей здания. Максимальное количество пятен нагрузок 100. Появилась возможность переименования существующей оси и вставка новой оси.

3. Автоматическое формирование базы обратной задачи возможно после проектирования хотя бы одного фундамента комплекса, при этом

появилась возможность дополнения уже существующей базы обратной задачи.

4. При подготовке исходной информации для формирования чертежей отдельных фундаментов можно указать соответствующий план фундаментов и автоматически сформируются данные о привязках данного типоразмера к осям здания с учетом расположения его в разных точках плана.

Проектирование (подбор) фундаментов:

- критерий решения – минимальная стоимость конструкции;
- сейсмичность района строительства до 9-ти баллов;
- просадочные и вечномёрзлые грунты, грунтовые воды, многослойное основание;
- до 4-х разнотипных колонн на подколонице;
- нагрузки от колонн, дополнительные нагрузки, нагрузки на грунте;
- определение по СНиП 2.02.03-85 или СП 50-102-2003 допускаемой нагрузки на сваю при сейсмическом воздействии;
- ограничения на развитие плитной части фундамента в плане, подвал;
- учет отрыва части подошвы;
- свайный куст от 2-х свай с рядовой или шахматной расстановкой свай;
- возможность выполнения армирования фундамента отдельными стержнями;
- возможность использования арматуры серповидного профиля классов А400С и А500С;
- выполняется проверка раскрытия нормальных трещин в буронабивных сваях и забивных сваях без предварительного напряжения;
- армирование арматурными сетками;
- открытая пользовательская база фундаментов, создание базы по данным расчета;
- контроль разности осадок фундаментов здания с учетом взаимного влияния;
- унификация фундаментов здания;
- унификация используемых для армирования диаметров арматурных стержней.

Чертежи в формате dxf

- план фундаментов здания с раскладкой фундаментных балок;
- свайное поле, кусты свай;
- отдельные фундаменты с размещением анкерных болтов;
- арматурные сетки для фундаментов здания;
- буронабивные сваи и каркасы к ним для фундаментов здания.

Возможность импорта исходных данных из расчетных программ ЛИРА, МОНОМАХ, SCAD. Дружественный интерфейс, визуализация, руководство пользователя.

**ФОК-ПК Ленточные фундаменты** – программа проектирования (проверки) ленточных фундаментов на естественном и свайном основании под стены бескаркасных зданий .

Проектирование (проверка) фундаментов:

- критерий решения – минимальная стоимость конструкции;
- сейсмичность района строительства до 9-ти баллов;
- просадочные грунты, грунтовые воды, многослойное основание;
- нагрузки от различных загрузок здания, дополнительные нагрузки, нагрузки на грунте, подвал;
- монолитное или сборное решение плитной части фундамента;
- армирование арматурными сетками или отдельными стержнями, арматура классов АI, АII, АIII, А400С, А500С;
- устройство монолитных поясов или армированных швов;
- раскладка фундаментных блоков при сборном стеновом элементе;
- расстановка свай;
- возможность проектирования по СНиП и сводам Правил;

Контроль разности осадок участков фундамента с учетом взаимного влияния. Унификация плитной части ленточных фундаментов на естественном основании.

Чертежи в формате DXF:

- план и сечения ленточного фундамента;
- раскладка фундаментных подушек в случае сборного решения;
- схема раскладки арматурных сеток со спецификацией;
- арматурные сетки для ленточного фундамента;
- схемы раскладки фундаментных блоков со спецификацией;
- схемы армирования ростверков;
- свайное поле;
- буронабивные сваи и каркасы к ним.

## 5.2 Программа «Фундамент»

Программа выполняет расчеты конструкций, работающих в грунте. Теории расчета взяты из соответствующих СНиП, а также руководств и приложений к ним либо из учебных пособий для вузов. В последнем, случае, как правило, расчет производится по нескольким теориям, чтобы пользователь имел возможность сравнить и оценить результаты.

В настоящее время в программе реализованы все без исключения расчеты:

- СНиП 2.02.02–83\* «Основания зданий и сооружений»;
- СНиП 2.02.03–85 «Свайные фундаменты»;

- СНиП 2.02.05–87 «Фундаменты машин с динамическими нагрузками»;
- СНиП 2.02.04–88 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах», в том числе теплотехнические.

Кроме этого, реализован ряд часто встречающихся в практике расчетов, не входящих в СНиПы.

Программа выполняет следующие виды расчетов.

Фундаменты и подпорные стены на естественном основании.

– Программа имеет возможность подобрать подошву оптимальных размеров ленточного, столбчатого фундамента или подпорной стены на заданные нагрузки в уровне оголовка. Подбор столбчатого фундамента может быть произведен как по заданному соотношению сторон, так и по серии монолитных фундаментов 1.412-1. Собственный вес конструкции фундамента и вес грунта на его обрезах учитывается автоматически.

– Программа имеет возможность проверить заданный фундамент на предмет достаточности его несущей способности на указанную нагрузку. (Собственный вес фундамента также учитывается автоматически).

– Программа имеет возможность подбора и проверки подошвы по трем различным условиям, а именно: расчет по деформациям, по прочности грунтового основания и расчет на сдвиг подошвы.

– При расчете по деформациям подбор подошвы фундамента осуществляется одновременно по двум параметрам – по недопустимости предельного напряжения под подошвой фундамента и по недопустимости отрыва подошвы более 25 % ее площади.

– Программа осуществляет расчёт осадки, просадки и крена фундаментов на естественном основании. Осадка может быть определена с учетом влияния соседних фундаментов.

– В случае некорректного задания исходных данных программа предупредит пользователя о невозможности расчета и сообщит, по какой именно причине расчет не может быть выполнен.

Свая одиночная.

– Программа может рассчитать несущую способность висячей сваи и сваи-стойки на вертикальную нагрузку и выдергивание, на горизонтальную нагрузку, а так же рассчитать осадку одиночной сваи.

– В программе реализован расчет наиболее часто встречающихся видов и способов погружения (устройства) забивных, буровых и набивных свай.

– Программа включает все виды грунтов, предусмотренных СНиП 2.02.03-85. Задание исходных данных по грунтам сведено к выбору предлагаемых характеристик, необходимых только для данного конкретного расчета. Процедура определения грунтов проста и понятна даже неспециалисту.



– В результатах расчета кроме несущей способности сваи на вертикальную и горизонтальную нагрузку и выдергивание отображаются также несущая способность по боковой поверхности каждого слоя в отдельности и несущая способность грунта под нижним концом сваи, что удобно для оценки и принятия решения о длине и диаметре сваи.

Свайные фундаменты и подпорные стены на свайном основании.

– Программа имеет возможность подобрать оптимальные размеры ленточного или столбчатого свайного фундамента или подпорной стены на заданные нагрузки в уровне оголовка. Собственный вес фундамента учитывается автоматически.

– Программа проверяет заданный ростверк на предмет достаточности его несущей способности на указанную нагрузку.

– Подбор и проверка ростверка или подпорной стены осуществляется по двум параметрам: по максимально-допустимой вертикальной нагрузке на сваю (в т.ч. выдергивающей нагрузке), и по максимально-допустимой горизонтальной нагрузке на сваю. Обе допустимые нагрузки определяются не выходя из расчета ростверка.

– Программа осуществляет расчет осадки и крена ростверка или подпорной стены по заданной осадке одиночной сваи от единичной нагрузки. Осадка сваи от единичной нагрузки также определяется не выходя из расчета свайного ростверка или подпорной стены.

– В случае некорректного задания исходных данных, программа предупредит пользователя о невозможности расчета и сообщит, по какой именно причине расчет не может быть выполнен.

## 6. Универсальные программные комплексы

Моделирование поведения объектов в различных средах, особенно в скоротечных контактных задачах для нескольких областей промышленности затруднительно, а во многих случаях – невозможно без специальных ПК. Такие программы позволяют решать комплексные задачи механики твердого тела, жидкости, газа, теплопередачи, акустики, электромагнитных полей. Моделирование позволяет избежать длительных и дорогостоящих натурных испытаний или ускорить процесс исследования, создания и изучения жизненного цикла объектов.

Программные комплексы ANSYS, NASTRAN и COSMOS разработаны для космических и военных (NASA) целей, и сейчас большая часть новых разработок в этих ПК являются закрытыми и лишь по мере их передачи в открытые исследовательские центры развитых стран они поступают и к нам. Русифицированных версий ANSYS пока не планирует, так как в России очень мало легальных продаж, хотя вскрытых версий очень много. Руководство этой компании активно, и не препятствует распространению пиратских версий, считая что пользователи привыкнут работать на хороших ПК с большими возможностями и приобретут лицензионный пакет. К слову, в РФ их пока не более десяти.

В нашем университете ПК ANSYS используют для моделирования сложных действительных напряженно-деформированных состояний (НДС) несущих конструкций на кафедрах МКИИС, ЖБиКК и ОФГиДС.

В последнее время ANSYS укрупняется не только за счет своих новых разработок, но и приобретения передовых ПК, так, например, для расчета газодинамических и ветровых потоков, в состав ANSYS CFX включен FLIEND, используемый на кафедрах вентиляции и МКИИС для моделирования ветровых нагрузок на различные сооружения.

Что касается обучения работы на таких ПК, то его можно пройти лишь в специальных центрах в Москве или других городах, где есть представительства компаний. Многие ВУЗы, в частности, Нижегородский ГАСУ, ведет обучение на ПК ANSYS и NASTRAN инженеров-проектировщиков и аспирантов, а Казанский технический университет (КАИ) – на ПК COSMOS.

### 6.1 ANSYS

Программный комплекс ANSYS – универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа, существующая и развивающаяся на протяжении последних 30 лет, является довольно популярной у специалистов в области компьютерного инжиниринга (CAE, Computer-Aided Engineering) и КЭ решения линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач механики деформируемого твердого тела и механики конструкций (включая

нестационарные геометрически и физически нелинейные задачи контактного взаимодействия элементов конструкций), задач механики жидкости и газа, теплопередачи и теплообмена, электродинамики, акустики, а также механики связанных полей. Моделирование и анализ в некоторых областях промышленности позволяет избежать дорогостоящих и длительных циклов разработки типа «проектирование — изготовление — испытания». Система работает на основе геометрического ядра Parasolid. Подразделяется на несколько модулей для отдельных видов промышленности и отраслей.

- Multiphysics (междисциплинарный анализ и анализ в одной физической области: анализ прочности, тепловой анализ, анализ динамики жидкостей и газов, электромагнитный анализ).
- Mechanical (это пакет прочностного анализа и тепла (за исключением функций расчета гидрогазодинамики и электромагнетизма) является наиболее универсальным модулем, позволяющим выполнять большинство линейных и нелинейных задач конечно-элементного анализа).
- ANSYS CFX (программный комплекс, сочетающий уникальные возможности анализа гидрогазодинамических процессов, многофазных потоков, химической кинетики, горения, радиационного теплообмена и многих других).
- ANSYS CFD (это основные продукты для задач гидрогазодинамики общего назначения).
- Structural (позволяет проводить практически любые статические и динамические расчеты как в линейной, так и в нелинейной (физической/геометрической) постановке).
- Professional (высокоэффективный комбинированный пакет, предназначен для расчета линейных статических задач прочности, модального анализа, стационарных и нестационарных задач теплофизики, включая теплопроводность, конвекцию и излучение. ANSYS Professional ориентирован на инженеров среднего звена).
- LS-DYNA (поддерживает двумерные и трехмерные явные конечные элементы, свойства, полный набор контактов для одиночной поверхности, поверхность-поверхность, поверхность-узел, и позволяет автоматически создавать контакты на поверхностях).
- ANSYS Meshing (позволят генерировать сеточные модели для разных типов анализа).
- ANSYS ICEM CFD (данный модуль включает в себя широкий набор методов создания различных типов сеточных моделей).

- Workbench (является основным инструментом, на котором базируется концепция «Проектирование изделий на основании результатов инженерных расчетов»).
- DesignSpace (позволяет проводить статические прочностные, тепловые, динамические расчеты, оптимизацию по весу, находить формы колебаний для различных конструкций).
- ANSYS Vista TF (технология создана для расширения набора возможностей по созданию геометрии и анализа турбомашин).
- DesignXplorer (позволяет осуществлять управление параметрами для прогнозирования влияния параметрических или геометрических изменений на поведение конструкции).
- ANSYS DesignModeler (позволяет создавать, параметризировать геометрию на основе двумерных эскизов или встроенных примитивов, а также выполнять последующие операции редактирования).
- Fatigue (присутствует широкий набор возможностей для выполнения анализа «напряжение-срок службы», «деформации-срок службы», для анализа многоосевых нагрузок, сварочных швов, а также виртуальный вибрационный стенд).
- ANSYS BladeModeler (специализированный инструмент для быстрой трехмерной разработки компонентов вращающихся машин).
- TurboGrid (специализированный сеточный генератор, предназначенный для работы с геометрией лопаток турбомашин).
- CivilFEM (набор инструментов для выполнения инженерных расчетов в промышленном и гражданском строительстве (ПГС), использующий метод конечных элементов).
- AUTODYN (передовой аналитический инструмент для решения задач в явной постановке, для моделирования сложной нелинейной динамики твердых тел, жидкостей, газов и их взаимодействия).
- ANSYS ЕКМ (формирует централизованное хранилище, которое позволяет хранить и управлять данными и процессами).
- nCode DesignLife (программа помогает разработчикам создать изделие, которое не разрушится во время эксплуатации, что позволит избежать затрат на исполнение гарантийных обязательств).
- ANSYS Composite PrepPost (программный модуль, включающий в себя весь функционал, необходимый для анализа многослойных композиционных структур. Интуитивно понятный интерфейс позволяет легко определять материалы, слои и последовательности укладки).

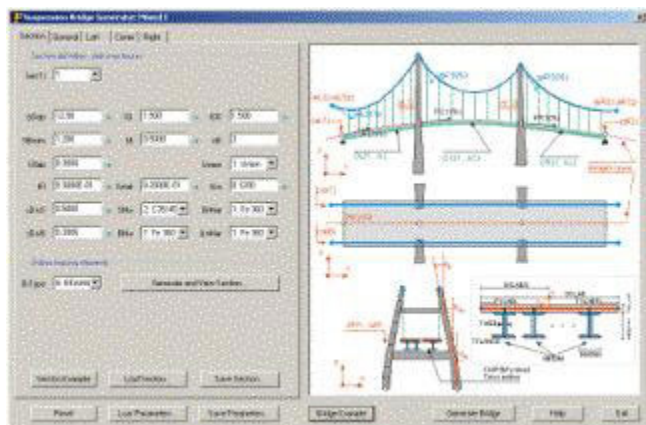
### **Программный продукт ANSYS/CivilFEM Multidiscipline**

ANSYS / CivilFEM Multidiscipline – дальнейшее развитие линейки программных продуктов ANSYS / CivilFEM. В настоящее время базовый

модуль и все специализированные модули включены в единый расчетный комплекс. Назначение и описание основных модулей новой программы остается прежним. Используется дружественный и удобный графический интерфейс; схожий стиль ввода исходных данных и выдаваемых результатов, что упрощает решение сложных задач в области строительства. Библиотека материалов, сортаменты металлических профилей, и т.д., включены в эту программу, чтобы сделать проще генерацию модели. Свойства материалов приведены в CivilFEM с учетом зависимости от времени, это и позволяет определять истинные соотношения «напряжение-деформация». Пользователь может создать и сохранить свои собственные материалы и сечения профилей в соответствующих библиотеках.

## INTRO

Комбинация программ ANSYS / CivilFEM INTRO позволяет выполнять сейсмические расчеты, расчет нелинейной потери продольной устойчивости, проверку и проектирование железобетонных и металлических профилей, расчеты в области механики грунтов, гидротехнических сооружений и т.д., наглядно снижая время, необходимое для проектирования и расчетов, в той же мере, как и увеличивая качество проектов и эффективность новых строительных методик.



## Мосты и нелинейности

Модуль «Мосты и нелинейности» позволяет выполнять генерацию геометрии поперечного сечения из библиотеки, вида моста в плане и вертикальных разрезов, используя линии, круги, переходные кривые (клотоиды) и параболы, также, как генерацию твердотельных и конечно-элементных моделей, используя элементы в виде балок и твердотельные элементы. Кроме того, этот модуль допускает автоматическое определение линейных и поверхностных подвижных нагрузок на

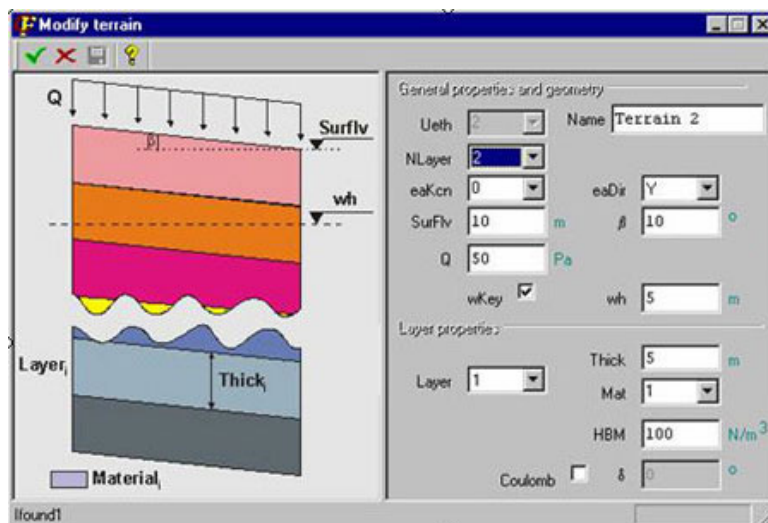


конструкции и генерацию поверхностных нагрузок. Модуль «Мосты и нелинейности» обеспечивает введение предварительно-напряженных

тросов в анализ при определении их возможной прокладки по всему мосту. Также этот модуль допускает автоматическое моделирование процессов в конструкциях, соответствующее наиболее используемым процедурам в проектировании конструкций мостов. Кроме этого, модуль также решает нелинейные проблемы, делая ANSYS более эффективным. Рассматриваются нелинейные соотношения "напряжение-деформация" материалов при учете изменений в параметрах поперечных сечений во время поочередных итерационных вычислений. Кроме расчета балок в рамках нелинейного анализа, модуль Мосты и нелинейности включает возможность, которая позволяет выполнить моделирование последовательных процессов в поперечных сечениях конструкции.

### Геотехнический модуль

Геотехнический модуль (Geotechnical Module) программы ANSYS / CivilFEM был создан с целью получить инструмент, позволяющий инженерам решать большинство типовых двумерных и трехмерных задач механики грунтов на основе элементов Beam, Shell и Solid. Данный модуль позволяет учитывать начальное напряженное состояние грунтов основания или массива грунта при известной топографии строительной площадки и напластования грунтов. Области применения геотехнического модуля:



расчет тоннелей, дамб и плотин, сваи, геотехнические и геологические задачи, усиленные грунты, подкрепленные стенки и многое другое. Геотехнический модуль позволяет осуществлять расчет устойчивости склонов и откосов, применяя результаты расчета методом конечных элементов, или класси-

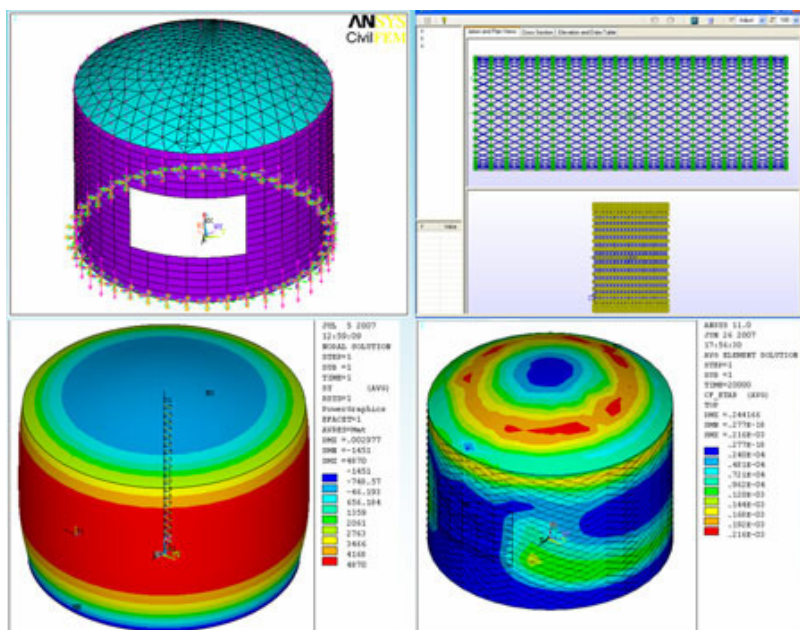
ческими методами потери устойчивости склонов таковыми. Геотехнический модуль позволяет создавать слоистые напластования грунтов, моделируя их с помощью конечных элементов.

### Преднапряженный бетон

Преднапряженный бетон (Advanced Prestressed Concrete) – модуль программного комплекса расчетов МКЭ ANSYS / CivilFEM позволяет пользователям создавать все типы предварительно нагруженных бетонных конструкций. Он содержит различные инструменты, которые учитывают все особенности поведения таких конструкций при выполнении различных анализов и процедур проектирования.

Этот модуль включает графический 3D геометрический редактор напрягаемой арматуры. Этот редактор позволяет определить и/или изменить вид напрягаемой арматуры и в плане и на вертикальном разрезе в интерактивной и графической форме. Используя этот редактор, можно упростить генерацию, изменение, копирование, удаление и назначение любой напрягаемой арматуры для конечно-элементной модели. В то же время, из редактора напрягаемой арматуры программа автоматически вычисляет мгновенные (первые) и длительные (вторые) потери преднапряжения и последовательное распределение напряжений в каждом элементе напрягаемой арматуры. Кроме того, этот модуль позволяет учесть действие предварительного напряжения при проверке и проектировании конструкций из преднапряженного бетона. Возможности расчета предварительного напряжения ориентированы на расчет мостов, преднапряженных балок, плит, силосов и т.д.

### CivilFEM NPP



различных стандартов строительства и норм, принятых в атомной промышленности.

CivilFEM with ANSYS Nuclear Power Plant – Набор инструментов программного комплекса CivilFEM with ANSYS для решения различных задач в атомной промышленности. Обеспечивает надежное, быстрое и авторитетное решение сложных бетонных армированных конструкций на основе широкой библиотеки

## 6.2 NASTRAN

Пакет программ NASTRAN (NASA STRuctural ANalysis) разработан в 1972 г. Программы семейства NASTRAN являются универсальными программами анализа. В универсальных программах наиболее полно разработаны различные виды инженерного анализа, включая:

- статический и динамический анализ;
- анализ устойчивости;

- нелинейный температурный анализ (в том числе с учетом процесса фазового перехода или химических реакций);
- спектральный анализ.

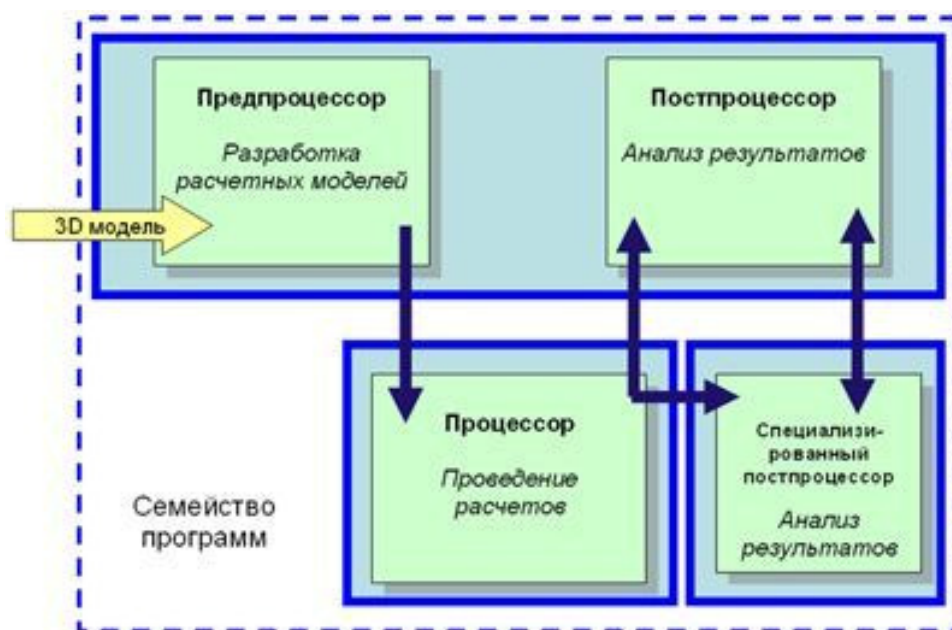
Многоцелевая направленность этих программ дает возможность применять их для решения таких смешанных задач, как:

- анализ прочности при тепловом и механическом нагружении;
- влияние магнитных полей на прочность конструкции.

Программы позволяют учитывать разнообразные конструктивные нелинейности, наличие больших деформаций, получать решение задач гидроаэродинамики и др.

Как правило, в универсальные программы анализа включены собственные средства (предпроцессорные модули) построения геометрической, конечно-элементной и расчетной модели.

Все универсальные программы анализа имеют стандартные форматы обмена графической информацией с САД пакетами. При необходимости геометрическая модель проектируемого изделия может быть предварительно создана на этапе конструирования в САД-системе. Пред/постпроцессором семейства программ NX Nastran могут быть Femap, Unigraphics NX, I Deas NX компании Siemens PLM Software.



Предпроцессор и постпроцессор универсальных программ объединены в виде отдельного программного модуля, который имеет возможность автоматизированного подключения внешних решателей или процессоров.

NX Nastran обеспечивает полный набор расчетов, включая:

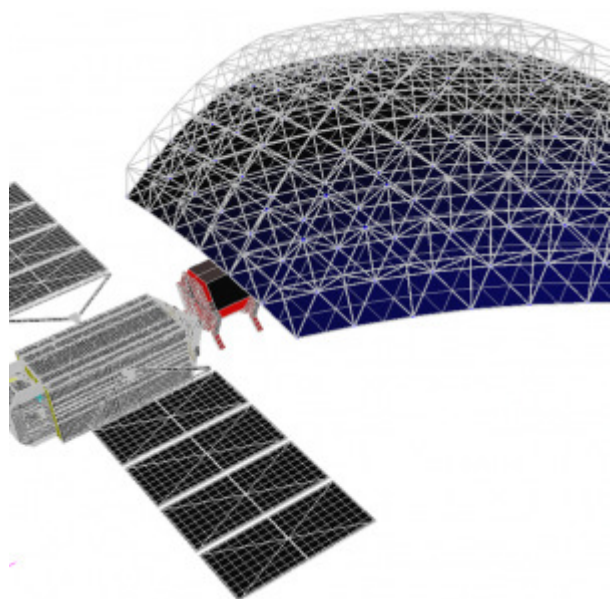
- расчет напряженно - деформированного состояния;
- расчет собственных частот и форм колебаний;



- анализ устойчивости;
- решение задач теплопередачи;
- исследование установившихся и неустойчивых процессов,;
- нелинейных статических процессов;
- нелинейных динамических переходных процессов;
- расчет собственных частот и форм колебаний;
- анализ частотных характеристик при воздействии случайных нагрузок;
- спектральный анализ;
- линейная статика;
- линейная статика незакрепленных тел;
- расчет частот собственных колебаний;
- анализ устойчивости конструкции в линейной постановке;
- анализ чувствительности характеристик объекта (в том числе частот собственных колебаний и параметров устойчивости) к конструктивным изменениям;
- проверка корректности расчетной модели.

Тип решателя в NX Nastran 5	Тип анализа
Static	Статический анализ в линейной постановке
Normal Modes	Расчет собственных частот
Buckling	Устойчивость
Transient Dinamic/Time Response	Расчет динамических откликов как функций времени (прямой метод)
Frequency/Harmonic Response	Расчет динамических откликов в частотной области
Response Spectrum	Расчет динамических откликов (метод суперпозиции форм колебаний)
Random Response	Расчет динамических откликов при воздействии случайных динамических нагрузок
Nonlinear Statics	Статический анализ в нелинейной постановке
Advanced Nonlinear Statics	Усовершенствованный нелинейный статический анализ
Nonlinear Transient Response	Нелинейный динамический анализ
Advanced Nonlinear Transient	Усовершенствованный нелинейный динамический анализ

Advanced Nonlinear Explicit	Программа высоконелинейных расчетов
Design Optimization	Оптимизация конструкций
Steady-State Heat Transfer	Анализ теплопередачи в стационарной постановке (МКЭ)
Transient Heat Transfer	Анализ теплопередачи в нестационарной постановке (МКЭ)



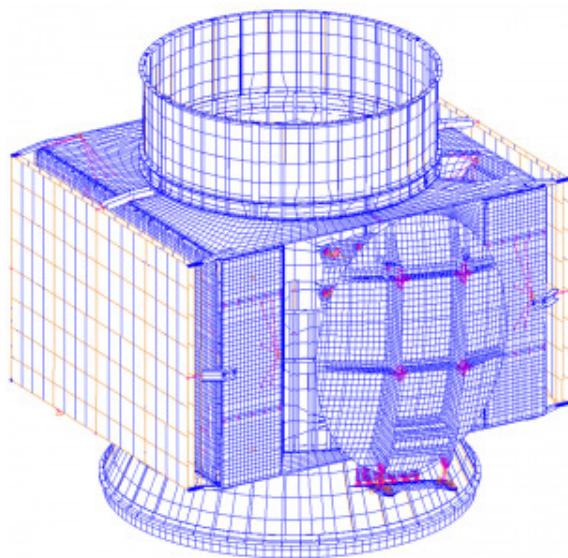
MSC Nastran включает специальные элементы для моделирования точечной и шовной сварки, болтовых и заклепочных соединений, набор жестких элементов различных типов и многое другое. Макроязык DMAP позволяет пользователям создавать свои специальные модули, приложения и включать их в MSC Nastran, создавая совершенно новые собственные решения на мощной математической базе MSC Nastran.

MSC Nastran располагает эффективным аппаратом автоматической оптимизации конструкций. Оптимизацию можно проводить для задач статики, устойчивости, установившихся и неуставившихся динамических процессов, собственных частот и форм колебаний. Оптимизация проводится на основе выбранных типов расчета путем вариации параметров формы, размеров и свойств конструкции. Благодаря своей эффективности, алгоритмы оптимизации обрабатывают неограниченное число проектных параметров и ограничений. Вес, напряжения, перемещения, собственные частоты и многие другие характеристики могут рассматриваться в качестве целевых функций проекта.

В этом случае их можно минимизировать или максимизировать в качестве ограничений. Алгоритмы анализа чувствительности позволяют исследовать влияние различных параметров на поведение целевой функции и управлять процессом поиска оптимального решения.

MSC Nastran включает уникальную функцию оптимизации конструкции с неограниченными изменениями ее геометрической формы (изменение геометрической топологии объекта) при минимизации веса и удовлетворении граничным условиям по прочности. Данная функция

позволяет использовать MSC Nastran для автоматического проектирования силовых схем конструкций, когда на основе объемной массивной заготовки



MSC Nastran автоматически создает оптимальную ажурную конструкцию, максимально удовлетворяющую заданным условиям.

Широкие возможности оптимизации позволяют использовать MSC Nastran для автоматической идентификации компьютерной расчетной модели и эксперимента. Целевая функция определяется в виде минимизации рассогласования результатов расчета и эксперимента, варьируемыми параметрами выбираются наименее

достоверные расчетные параметры конструкции. Как результат оптимизации, MSC Nastran выдает новую компьютерную модель, полностью соответствующую экспериментальному образцу. MSC Nastran – единственная из конечно-элементных программ, способная делать это автоматически.

### 6.3 COSMOS

Разработчиком ПО является американская программа Structural Research & Analysis Corporation, которая постоянно совершенствует серию. Упрощенно структуру программных продуктов серии можно представить в виде двух деревьев. Первое дерево представляет собой совокупность модулей, определяющих функциональность программы COSMOS/M. Эта программа появилась раньше других пакетов своей серии и первой среди программ этого уровня могла использоваться на компьютерах настольного исполнения (учитывая достаточно ограниченные ресурсы первых персональных компьютеров, отдадим должное экономичности и эффективности программного кода). Универсальность пакета определяется единой методологией получения решений для широчайшего спектра задач математической физики. В компетенции COSMOS/M:

- задачи механики деформирования твердого тела – статика, динамика и устойчивость элементов конструкции;
- задачи механики деформирования твердого тела – в линейной и нелинейной постановках с учетом временного фактора;
- усталостная прочность;
- тепловые процессы – стационарные и нестационарные, с разнообразными краевыми условиями;

- задачи низкочастотного и высокочастотного электромагнетизма, газовой динамики, сопряженные задачи;
- многокритериальная оптимизация конструкции.

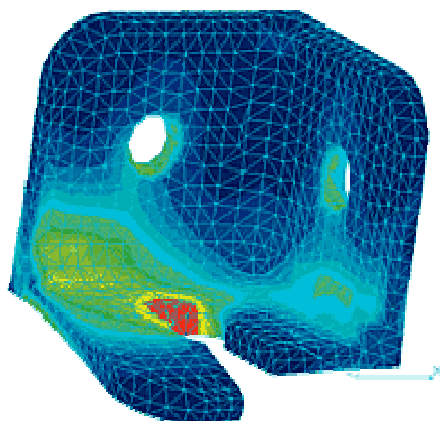
В основе всех алгоритмов лежит метод конечных элементов (МКЭ).

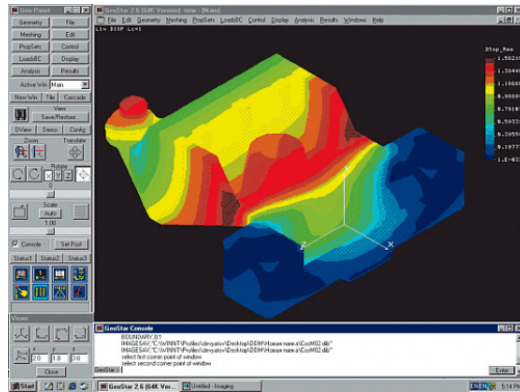


Центральным модулем пакета COSMOS/M является GEOSTAR. Это своеобразный центр управления, включающий в себя:

- трехмерный графический CAD-подобный построитель;
- препроцессор, позволяющий:
  - создать конечно-элементную сетку для модели;
  - оформить расчетную схему;
  - определить параметры вычислительного процесса;
  - запустить соответствующий вычислительный модуль.
- постпроцессор, позволяющий представить результаты расчета в удобном для анализа виде.

Предлагаемые пользователю готовые связки модулей, как правило, полностью отвечают его потребностям – если же это не так, пользователь может сформировать пакет модулей самостоятельно. Единственный модуль, который будет входить в состав любой связки – GEOSTAR.





С точки зрения функциональности COSMOS/M представляет собой замкнутую систему. Исключительно средствами COSMOS/M пользователь реализует всю ведущую к решению поставленной задачи технологическую цепочку: создает геометрическую модель, разбивает ее на конечные элементы, определяет все параметры модели, проводит требуемый анализ и получает в необходимом виде результаты.

Другие представители семейства COSMOS: COSMOS/DesignSTAR и COSMOS/Works (см. второе дерево) – программы нового поколения с постоянно расширяющейся функциональностью. Одна из существенных особенностей этих пакетов – современный интуитивно понятный интерфейс (во многом сходный) и стандартная последовательность действий для всех видов анализа. Контекстно-зависимые меню и возможность работать в любой (в том числе смешанной) системе единиц еще больше упрощает взаимодействие пользователя с программой.

Хотя в формулировках метода конечных элементов существует большое разнообразие, процедура решения задач этим методом достаточно универсальна и включает следующие этапы:

1. Физическая область задачи делится на подобласти или конечные элементы.
2. Зависимая переменная (одна или несколько) аппроксимируется функцией специального вида на каждом конечном элементе и, следовательно, во всей области. Параметры этих аппроксимаций впоследствии становятся неизвестными параметрами задачи.
3. Подстановка аппроксимаций в определяющие уравнения (или эквивалентные им) дает систему уравнений с неизвестными параметрами. Решая уравнение, можно определить значения этих параметров и, следовательно, получить приближенное решение задачи.

Вместо определяющих уравнений часто используют классический вариационный подход. Несколько позднее появились другие варианты МКЭ на основе метода Галеркина, метода наименьших квадратов и др. Особое преимущество метода конечных элементов заключено в

удобстве формирования уравнений и возможности представления совершенно нерегулярных и сложных конструкций и условий нагружения.

Метод конечных элементов впервые был применен в инженерных приложениях для решения задач строительной механики, но затем было установлено, что сфера его возможного использования значительно шире. В дальнейшем метод развивался весьма интенсивно и сейчас широко применяется во многих научных и инженерных приложениях.

Разнообразны возможности представления результатов анализа. Можно строить произвольно ориентированные сечения (плоские, цилиндрические, шаровые, а также изоповерхности), воспользоваться средствами анимации. Удобное средство – пробник – позволяет более точно определить значения рассчитанных величин в выбранных точках. Размерность решаемой задачи (количество узлов и конечных элементов) неограничена: все определяется ресурсами вычислительной системы.

COSMOS/DesignSTAR и COSMOS/Works активно развиваются, причем лидер по функционалу постоянно меняется. На сегодня лидирует COSMOS/DesignSTAR 3.0, в перечень задач которого входят:

1. Линейная статика для отдельных деталей и сборок – трехмерных объемных тел и оболочек. Учет контактного взаимодействия с трением и без трения.

2. Определение резонансных частот и соответствующих форм колебаний.

3. Определение критических нагрузок и форм потери устойчивости.

4. Тепловые задачи – стационарные и нестационарные задачи.

5. Динамика жидкостей и газов.

6. Нелинейные задачи деформирования твердого тела (12 – моделей анизотропность, пластичность, ползучесть, гиперупругость).

7. Низкочастотные электромагнитные явления.

Реализация шестого из перечисленных пунктов автоматически расширяет возможности остальных.

## **7. Программы для технологии и организации строительного производства**

### **7.1 Программа ГЕКТОР: АРМ ППР.**

В разделе дипломного проекта и в курсовом проекте по технологии и организации строительства подробно рассматриваются вопросы, которые могут быть выполнены с помощью ПК Гектор. Еще несколько лет назад ПК АРМ ППР (автоматизированное рабочее место проекта производства работ) и программа "Строитель" успешно использовались раздельно. Объединение ПК позволит применять одну базу данных, сократить время на передачу информации из одного модуля в другой, на ввод исходных данных и многое другое.

ПК Гектор используется во многих крупных проектных организациях Казани для составления и разработки раздела ПОС (проекта организации строительства) в рабочей документации любого проекта.

Строительные организации пока редко используют ПК Гектор полностью, а лишь отдельные части, например, АРМ ППР. Наиболее же используют ПК для составления смет, "Гранд-смета".

#### **7.1.1 "ГЕКТОР: ПРОЕКТИРОВЩИК – СТРОИТЕЛЬ"**

Программный комплекс "ГЕКТОР: ПРОЕКТИРОВЩИК – СТРОИТЕЛЬ" предназначен для разработчиков организационной и технологической документации, руководителей и инженерно-технических работников строительных организаций, специалистов организаций заказчика и органов надзора. Программный комплекс предоставляет своим пользователям новейшие технологии разработки всех разделов проектов организации строительства и проектов производства работ.

По каждому разделу проекта организации строительства и проекта производства работ:

- приводятся исчерпывающие нормативно-методические документы со средствами поиска и анализа;
- излагаются требования к составу и содержанию исходной информации для проектирования;
- даются многочисленные примеры выполненных проектов производства работ, которые могут служить хорошей основой для собственных проработок;
- предоставляются самые современные средства автоматизации выпуска расчетной, графической и текстовой документации.

#### **СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА**

Разделы проекта организации  
строительства:

Разделы проекта производства  
работ:

- Календарный план строительства;
- Календарный план производства

- Строительный генеральный план в составе ПОС;
  - Организационно-технологические схемы;
  - Решения по обеспечению строительства; ведомости, графики потребности;
  - Мероприятия по охране, гигиене труда и охране окружающей среды;
  - Специальные решения в условиях стесненного строительства;
  - Пояснительная записка.
- строительно-монтажных работ;
  - Строительный генеральный план в составе ППР;
  - Решения по обеспечению строительства, графики поступления и движения ресурсов;
  - Технология производства работ;
  - Геодезические работы;
  - Решения по технике безопасности, по охране труда и окружающей среды;
  - Пояснительная записка.

В каждый раздел включен набор задач, сформированный по предметному признаку. Этот набор задач в свою очередь формирует следующий уровень меню программы. Меню конкретной задачи имеет унифицированную форму и включает "Требования к составу и исходной информации", "Примеры", "Нормативно-методические материалы" и "Решение задачи". Последняя позиция представляет собой программный модуль, автоматизирующий решение данной конкретной задачи и работающий либо с графической информацией в среде AutoCAD, либо выполняющий необходимые расчеты. Некоторые программные модули имеют в своем составе и расчетные и графические компоненты. Пользователь может редактировать все полученные графические и текстовые документы средствами AutoCad и MS Word . Нормативно-методическая база для разработчиков ПОС и ППР сформирована и предоставляется пользователям информационная база, содержащая нормативные и справочно-методические документы, необходимые при разработке технологической и организационной документации. В базу включены текстовые, цифровые, табличные и графические материалы, привязанные к конкретным задачам. Таким образом, разработчик ПОС или ППР, решая конкретную задачу, имеет возможность использовать все относящиеся к данной задаче материалы. Например, в базе, наряду с нормативными документами, представлены более 70 типов грузоподъемных кранов вместе с графиками их грузоподъемности, схемы строповок грузов и грузозахватных приспособлений, каталожные листы временных инвентарных зданий, технологические схемы выполнения различных работ на строительной площадке, рекомендуемые схемы



складирования строительных конструкций, изделий и материалов, сведения по осветительным приборам и т.д.

В программном комплексе реализованы самые эффективные методы работы с базами данных. При этом используются методы поиска нужной информации по различным критериям, выбор из списка при работе с текстовыми документами, удобный переход к нужному оборудованию в текстовом документе по гиперссылкам и т.д.

#### Варианты разработки технологического обеспечения СМР.

В данном блоке представлены задачи, результатом решения которых являются правила технологии и организации выполнения конкретных работ с соответствующими технологическими схемами. Описаны подготовительные мероприятия, методы выбора грузоподъемных средств и монтажной оснастки, требования к установке строительных лесов и примеры их размещения, регламент производственного контроля качества работ, включая входной, операционный и приемочный контроль. Изложены способы определения потребности в материалах, изделиях и конструкциях, машинах и оборудовании, технологической оснастке, инструменте, инвентаре и приспособлениях.

Приводятся требования к транспортированию, складированию и хранению изделий и материалов, меры по технике безопасности и охране труда, экологической и пожарной безопасности и др. Программная часть комплекса "ГЕКТОР: ПРОЕКТИРОВЩИК – СТРОИТЕЛЬ" обеспечивает автоматизацию решения конкретных задач. Входные и выходные данные задач соответствуют требованиям нормативно-методической документации, приведенной в каждом программном модуле. Модули имеют специальный раздел, содержащий требования к исходной информации и подробное описание способа ее загрузки в память компьютера. Модули программного комплекса обеспечивают решение наиболее важных и трудоемких задач организационно-технологического проектирования: выбор грузоподъемного механизма (кран, подъемник, строительная люлька) по параметрам груза и высоте поднятия, вычерчивание грузоподъемного механизма с привязкой к объектам стройплощадки; расчет потребности в инвентарных административно-бытовых зданиях; формирование технологических схем; автоматизированное проектирование котлованов; выбор эффективного варианта использования землеройной и транспортной техники; расчет водопонижения котлованов и траншей; автоматизированный выбор грузозахватных приспособлений; расчет и автоматизированный подбор осветительного оборудования; расчет нагрузок и расхода электроэнергии на строительномонтажных работах, расчет потребности в складских площадках. В настоящее время автоматизировано решение следующих задач:

Выбор и привязка грузоподъемных механизмов. Производится выбор грузоподъемного механизма по характеристикам груза и высоте подъема, привязка грузоподъемных кранов, подъемников к зданию, сооружению с обозначением зоны действия кранов и автоматически рассчитываемых опасных зон, вычерчивание грузоподъемных механизмов в разрезе, плане, а также вставка в чертеж грузоподъемной характеристики крана.

Временные дороги. Обеспечивается формирование чертежа временных внутриплощадочных дорог в масштабе с учетом их ширины и автоматическим определением и вычерчиванием радиусов закругления, расчет и распечатка потребности в материалах.

Бытовой городок. Осуществляется расчет потребности в инвентарных (мобильных) зданиях санитарно-бытового и административного назначения, формирование минимального набора зданий на основании заданной численности персонала и нормативных показателей потребности в зданиях, выбор типов зданий на основе каталожных листов инвентарных зданий; блокировка зданий.

Энергоснабжение. Производится расчет нагрузки и расхода электроэнергии потребителями на строительной площадке.

Общее рабочее освещение. Производится расчет осветительного оборудования для обеспечения общего нормируемого рабочего освещения строительной площадки.

Местное освещение. Производится расчет и автоматизированный подбор осветительного оборудования для создания необходимого нормируемого местного освещения мест проведения строительно-монтажных работ.

Временное водоснабжение. Производится расчет потребления воды на строительной площадке и расчет диаметра подводящих водопроводных труб.

Ограждения. Обеспечивается формирование чертежа ограждения, расчет и распечатка потребности в материалах для всех ограждений, автоматическое вычерчивание ограждений из целого числа секций.

Склады и складские площадки. Производится расчет складских площадей согласно нормам складирования, формирование чертежа схемы порядка складирования строительных конструкций, изделий и материалов с использованием данных строительного каталога.

Земляные работы. Производится определение объемов земляных работ при разработке котлованов, причем задается комбинация котлованов любой формы. Вычисляется баланс объемов грунта при выравнивании строительной площадки. При расчете и построении учитывается глубина котлованов, слоистая структура грунта, рельеф местности. Обеспечивается построение чертежей котлованов в плане с откосами или укрепленными стенками. Производится выбор наиболее эффективного варианта

использования землеройной и транспортной техники в зависимости от условий производства земляных работ.

Расчет водопонижения. Производится расчет водопонижения котлованов и траншей согласно принятым нормативным схемам для установившегося режима водопонижения с вычислением радиуса депрессии и приведенного радиуса; обеспечивается распечатка результатов расчета и вычерчивание контура водопонижения с расстановкой в масштабе иглофильтров/колодцев.

Схемы строповок грузов. Производится автоматизированный выбор грузозахватных приспособлений в зависимости от типа груза. Обеспечивается вычерчивание схем строповок и формирование соответствующего раздела ППР с пояснительной запиской, таблицами грузов и выбранных грузозахватных приспособлений.

Технологические схемы. Обеспечивается использование и редактирование базы данных чертежей и текстовых описаний различных технологических схем.

Условные обозначения. Обеспечивается вставка в чертежи различных условных обозначений. Формируется таблица экспликаций условных обозначений зданий, сооружений, сетей и коммуникаций.

Выходные данные Основными эксплуатационными характеристиками программного комплекса являются:

- возможность унификации и структурирования множества задач организационно-технологического характера по функциональному признаку;
- высокая степень автоматизации ряда задач, что, в частности, позволяет избегать необходимости привлечения к проектированию уникальных специалистов с большим опытом работы;
- формирование и постоянное пополнение банка нормативных данных, справочных и методических сведений с адресной ориентировкой на решение конкретных целевых задач, что позволяет обходиться без редких в настоящее время технических библиотек и архивов;
- возможность использования сетевой версии, что позволяет организовать коллективную работу над проектами при большом количестве рабочих мест в проектных организациях, учебных учреждениях, группах подготовки производства в строительных организациях и т.п.;
- повышение качества организационно-технологической документации за счет автоматизации ее выпуска, что соответствует требованиями улучшения технологической дисциплины на стройках.

Программный комплекс полностью совместим с графическим пакетом AutoCAD последних версий. Базы данных программного комплекса открыты: их может пополнять пользователь или по их запросу – разработчик.

### 7.1.2 "ТЕКТОР: СМЕТЧИК – СТРОИТЕЛЬ"

Эта программа, предназначена для составления смет, актов выполненных работ, ведомостей расхода и потребности в материалах, накопительных ведомостей, а также для учета объемов выполненных работ и их оплаты по заказчикам и субподрядчикам. Она позволяет создавать, рассчитывать, корректировать локальные, объектные и сводные сметные расчеты и акты выполненных работ (КС-2), накопительные ведомости (КС-ба), справки по форме КС-3, ведомости потребности и списания материалов (М-29), ведомости фактических цен на материалы и удорожания строительства. Реализованы различные методы расчета сметной документации (базисно-индексный, ресурсный и др.). Возможен расчет смет на проектно-изыскательские работы (форма 2-П). Программа обеспечивает эффективные средства работы с нормативной базой, в том числе, использование нескольких баз при составлении одной сметы, создание и использование типовых комплексов работ, составление перечней работ с заданными ключевыми словами в наименованиях или составах работ, по используемым ресурсам и др.

#### Удобные средства работы с нормативной базой:

- мгновенный поиск расценок базы по коду, просто набором кода на клавиатуре; не нужно искать или открывать сборники – достаточно набрать на клавиатуре номер сборника;
- поиск по ключевым словам в наименованиях расценок и таблиц базы, составах работ, по ресурсной части в одном сборнике базы или в любой совокупности сборников;
- результаты поиска представляются в виде списка подходящих расценок, из которого можно передавать расценки в смету;
- на экране одновременно видна и база, и смета;
- расценки из базы можно переносить в смету как по одной, так и предварительно выделенными группами, с вводом объемов или просто перетаскиванием мышью;
- представление базы на экране настраивается;
- быстрый доступ к ресурсам, составам работ, поправкам технических частей, текстам технических частей, привязке накладных расходов, сметной прибыли, зимнего удорожания;
- возможность хранения в базе вариантов расценок по зонам, показ на экране расценок по выбранной зоне;
- поддержка вариантов привязки накладных расходов и сметной прибыли (Крайний Север и др.);
- возможность создавать собственные фирменные расценки;
- поддержка баз на проектно-изыскательские работы, соответствующие формы выходных документов.

#### Гибкая структура хранения и обработки локальных смет и актов:

- иерархическая структура с неограниченным количеством уровней вложения;
- нет обязательной структуры типа "стройка-объект-смета";
- акты КС-2 могут составляться: к одной смете, к нескольким сметам, без сметы;
- функции автоматической сборки субподрядных актов, сложения объемов по сметам/актам, построения укрупненной сметы (разделы исходных смет становятся позициями укрупненной);
- любая смета или акт может являться (полностью или частично) основой для составления новых смет/актов; типовые сметы могут помечаться в качестве шаблонов для более удобного использования при составлении новых смет;
- автоматическое составление смет на остатки работ, на превышение объемов по актам;
- общедоступная пополняемая библиотека смет: каждый сметчик может использовать поставляемую с программой библиотеку смет, а также предложить свои сметы для включения в библиотеку;
- подборки расценок по видам работ облегчают работу начинающим сметчикам.

#### Широкий набор выходных документов:

- локальные сметы и акты КС-2;
- объектные сметы;
- сводные сметные расчеты;
- сметы на проектные работы 2П;
- справка КС-3 по одному или нескольким объектам (по заказчику);
- накопительная ведомость КС-6а;
- ресурсные ведомости М29;
- ведомости потребности и списания ресурсов по одному или нескольким объектам;
- учет выполненных работ по подрядчикам, субподрядчикам, заказчикам;
- реестры смет и актов;
- учет оплаты выполненных работ;

#### Модуль автономной корректировки локальных смет и актов

##### "Универсал":

- редактирование локальных смет и актов на любом компьютере без установленной сметной программы – модуль может быть запущен с CD-ROM или любого накопителя емкостью от 15 Мб;
- поддерживаются все функции программы по обработке локальных смет/актов, за исключением доступа к нормативной базе, в том числе распечатка смет в любой форме, экспорт в АРПС;
- результаты сохраняются для загрузки в основную программу;

- рекомендуется для ввода выполнения на объектах, при работе дома, для использования в учебном процессе.

Модуль календарного планирования:

- простой инструмент, позволяющий быстро получать календарные графики производства работ на основании локальной сметы;
- автоматическое построение графиков потребности в ресурсах всех видов;
- отслеживание фактического выполнения по актам КС-2;
- поддержка реального календаря с выходными и праздниками;

## 7.2 Microsoft Project

Microsoft Project Professional 2010 предоставляет широкий набор многофункциональных графических инструментов для упрощения планирования, управления ресурсами и совместной работой, что позволяет эффективно выполнять любые проекты. Microsoft Project создаёт расписания критического пути. Расписания могут быть составлены с учётом используемых ресурсов. Цепочка визуализируется в диаграмме Ганта.

Под маркой Microsoft Project доступны сразу несколько продуктов и решений:

Microsoft Project Standard — однопользовательская версия для небольших проектов.

Microsoft Project Professional — корпоративная версия продукта, поддерживающая совместное управление проектами и ресурсами, а также управление портфелями проектов с помощью Microsoft Project Server.

Microsoft Project Web Access — Web-интерфейс для отчетности о выполнении задач, а также просмотра портфелей проектов.

Microsoft Project Portfolio Server — продукт для отбора проектов для запуска на основе сбалансированных показателей.

В этой версии интерфейс программы получил кардинальные изменения. Привычное меню заменено на ленту. 350 команд упорядочены по логическим группам на вкладках — «Задача», «Ресурс», «Проект», «Вид», «Формат». Еще одна вкладка — «Файл» — предназначена для работы с файлами и настройками параметров. Пользователи Project Профессиональный 2010 могут использовать эту вкладку для управления подключениями к серверу Project Server, а также для извлечения и публикации проектов. Во вкладке «Задача» размещено все, что требуется для добавления и форматирования задач, включая возможность установки процента выполнения, связывания их между собой, преобразования задач из назначенных вручную и формируемых автоматически. Из названия «Ресурс» уже ясно, что здесь собраны команды управления ресурсами — трудовыми, материальными. Здесь можно добавлять и назначать задачи,

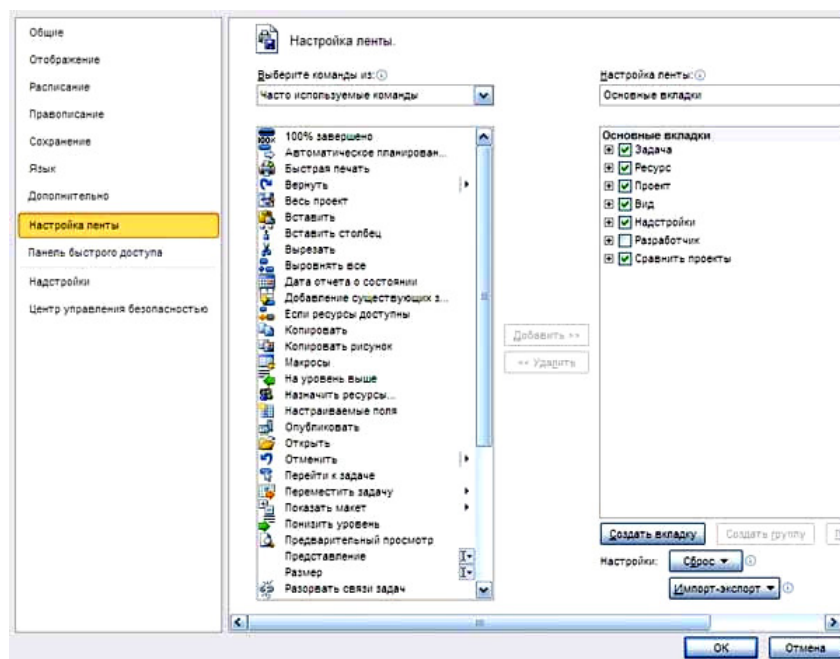
выравнивать загрузку и запускать планировщик работы группы. Управление проектом в целом производится на вкладке «Проект», но и не только управление, включая возможность добавления подпроектов, а также получение отчетов, в том числе в виде диаграмм, графиков. Эта вкладка дает возможность сравнивать разные версии проекта. В результате сравнения теперь включаются отрезки диаграмм Ганта, иные графические изображения, помогающие яснее видеть отличие одной версии проекта от другой. Вкладка «Формат» дает возможность изменить представление проекта или переходить от одного представления к другому. Здесь можно выбрать в качестве основных представлений диаграмму Ганта, использование задач и планировщик работы группы, при этом каждое из представлений имеет дополнительные опции. Через эту же вкладку можно включить отображение шкалы времени, на которую могут быть добавлены любые задачи из проекта. Отображается эта шкала под лентой.

Планировщик работы группы — это тоже новинка Microsoft Project. С его помощью можно увидеть, какие задачи решают участники группы, передавать задачи от одного участника группы другому, назначить нераспределенные работы исполнителям. Шкала времени может использоваться для компактного представления всего расписания работ по проекту либо для выделения наиболее важных этапов работ. После того, как задачи будут добавлены на шкалу времени, вы сможете легко расположить их на разных рядах на шкале (перетаскивая их внутри серой полосы, обозначающей проект) или в виде выносок (вытащив их за пределы серой полосы). Шкалу времени можно скопировать и вставить ее в другие офисные приложения, например, PowerPoint или Outlook. Для этого щелкните Copy Timeline на закладке Format и выберите нужный вам размер рисунка.

В зависимости от выбранного элемента представления (диаграмма Ганта, временная шкала, форма задачи, календарь и так далее) изменяется наполнение еще одной вкладки — «Формат». Это наполнение изменяется автоматически при изменении представления. Кнопки, расположенные на этой вкладке, позволяют настраивать текст, столбцы, цвета и другие элементы для представлений всех типов. Для изменения масштаба повременных частей представлений предлагается использовать «ползунок масштаба», размещенный в строке состояния. Ползунок масштаба можно использовать в диаграмме Ганта, в сетевой диаграмме и в представлениях календаря, а также во всех представлениях графиков.

Новый интерфейс (лента) — более интуитивный и понятный, чем старые «меню». Многие функции, которые раньше были скрыты в глубинах меню, теперь находятся на виду — легко включить суммарную задачу, настроить вид Ганта и т.п. Следует отметить и еще новшество интерфейса — автоматический подбор высоты строк для длинных

названий задач. Сразу после ввода названия строка выравнивается, так же работает и двойной щелчок по границе строк для выравнивания их высоты.

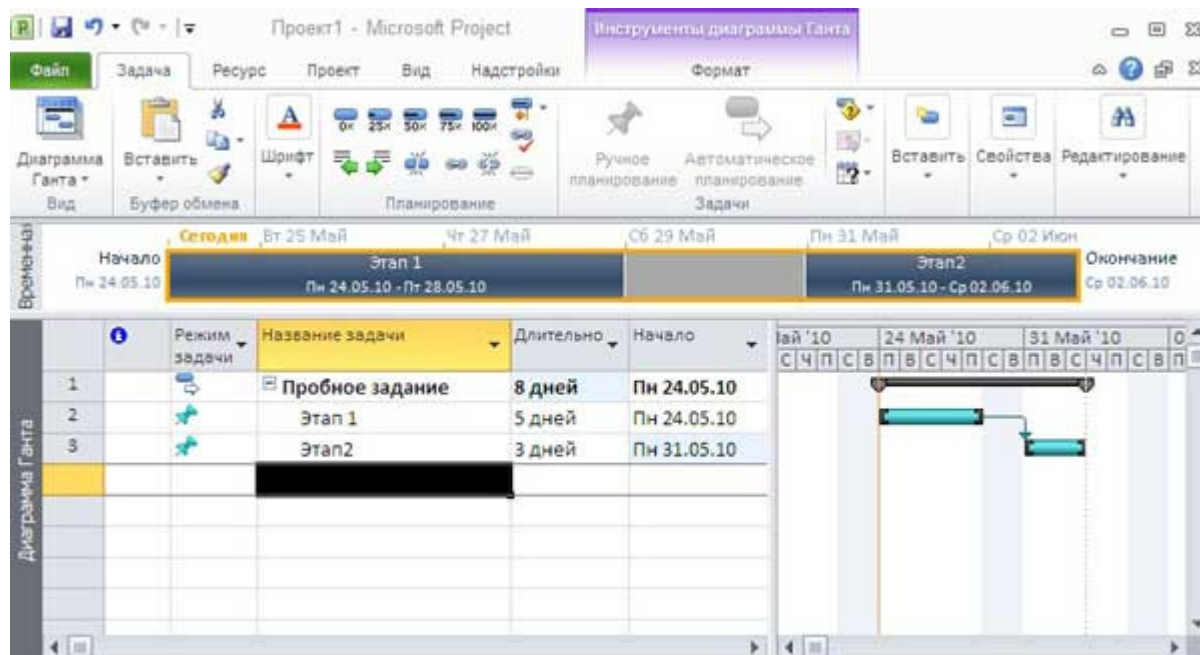


### Планирование и управление задачами

В версии Project 2010 добавлены новые мощные средства планирования. Помимо автоматического, добавлена возможность ручного планирования как всех, так и отдельных задач. Что это означает? То, что вместо системы планирования, заложенной в программу, вы будете самостоятельно назначать начальные и конечные точки выполнения задач. При любых перерасчетах и изменениях, вносимых в проект, установленные даты пересчитываться не будут. Понятно, что в этом случае могут возникать проблемы связанных задач. По умолчанию все новые задачи — обычная, суммарная или веха — формируются именно в ручном режиме. Поэтому, если требуется обнаружение потенциальных конфликтов в задачах, планируемых вручную, можно добавить поле «Предупреждение» (оно имеет два значения — «Да» или «Нет») на любую страницу задачи. Такие задачи с потенциальными проблемами можно сортировать, группировать или фильтровать, что облегчает систематическое решение проблем. Чтобы узнать причину конфликта, надо лишь щелкнуть задачу правой кнопкой мыши и выбрать команду «Исправить в инспекторе задач». В открывшемся окне содержится описание проблемы и варианты ее разрешения. Еще одна новинка — включение в проект задач, для которых отсутствуют необходимые для планирования данные, но она необходима для понимания целостности работ. При вводе вручную без указания действительной даты начала или окончания и продолжительности Microsoft Project помечает эту задачу как «Заполнитель». Поле, соответствующее этой метке, можно включить в



лист задач, такой как представление «Диаграмма Ганта». Его можно использовать для отбора, фильтрации, сортировки задач.



Важные вопросы аналогичного раздела дипломного проекта на любой кафедре могут быть решены с помощью ПК, использующих утвержденные методики обеспечения пожарной и химической безопасности при эксплуатации зданий с пошаговой анимацией 2-3D развития неблагоприятных факторов.

### 7.3 Гранд-Смета

Гранд-Смета – программный комплекс для составления и проверки сметных расчетов, а также составления актов выполнения работ по различным формам справок. Программный комплекс защищен аппаратными ключами.

В составе комплекса находятся различные базы, разработанные на основе утвержденных Госстроем России и других норм и ценников.

Основные пользователи программного комплекса – инженеры-сметчики.

По состоянию на 2011 год, ПК Гранд-Смета не входит в состав перечня сметных программ, официально распространяющих сметно-нормативные базы федерального и территориального уровней.

**Разработчик** - группа компаний «ГРАНД».

Основные преимущества:

- *Программа отличается простотой и наглядностью.* Она разрабатывалась на базе крупного строительного управления для автоматизации работы его сметного отдела при непосредственном

участии работающих там специалистов. Поэтому построение программы в максимальной степени соответствует порядку повседневной работы сметчика, дает ему в руки удобный и эффективный инструмент для выполнения привычных действий. К настоящему моменту с программой успешно работают около 60 000 сметчиков в 83 регионах Российской Федерации.

- *При продаже программы производится ее доработка в соответствии с требованиями конкретного заказчика, чтобы в конечном итоге заказчик получил тот программный продукт, который его полностью устраивает. Кроме этого, в нормативную базу программы дополнительно вводятся недостающие сборники (отраслевые, специализированные и т.п.)*
- *Нормативная база программы полностью содержит всю информацию из СНиП – техническую часть сборников, состав работ по расценкам, нормативы расхода материальных ресурсов и т.д.*
- *Нормативная база приводится в соответствие с условиями конкретного региона – привязка расценок к стоимости местных материалов, ввод ценника зональных сметных цен на местные материалы, штучных каталогов и т.д.*

После запуска ПК *ГРАНД-Смета* на экране появляется окно, содержащее структуру элементов строительства. С данного экрана начинается работа по составлению сметы.

При использовании программы можно работать с двумя наборами смет: **Мои сметы** и **Сетевые сметы**. При этом **Мои сметы** хранятся на локальном компьютере и недоступны никому, кроме пользователя компьютера. **Сетевые сметы** хранятся на компьютере-сервере. Доступ к ним определяется (настраивается) отдельно для каждой папки (сметы). Работы со сметами в сетевом (многопользовательском) режиме будет описана в следующей главе. Работа со сметами для любого набора одинакова. В этой главе будет рассмотрена с папкой **Мои сметы**.

Как правило, локальные сметы составляются по стройкам, объектам. Поэтому для создания сметы в ПК *ГРАНД-Смета* необходимо выполнить следующие действия:

- Создать заголовок (папку) стройки;
- Создать заголовок (папку) объекта;
- Создать заголовок (папку) сметы.

## **8. Программы для выполнения раздела безопасности жизнедеятельности.**

Если заполнитель задачи содержит только сведения о продолжительности, то на диаграмме Ганта более светлым оттенком будет выделен отрезок, идущий от даты начала суммарной задачи, ближайший к данной задаче. Если в двух из трех полей указаны действительные данные, то Project переводит задачу из режима «Заполнитель» в режим «Задача, запланированная вручную». Задачи, включенные в проект, можно преобразовывать в неактивные. Эта возможность подходит для использования в различных ситуациях, например, для того, чтобы проверить планирование проекта при изменении набора включенных в проект работ. Неактивную задачу можно использовать и в том случае, когда ее хотелось бы добавить в проект, но на текущий момент не планировать, либо для отмены ранее запланированной задачи без удаления ее из проекта. Проще стало работать с суммарными задачами. Теперь нет необходимости вначале формировать необходимые работы, а затем сводить их в группу. Достаточно выбрать команду «Вставить суммарную задачу», а уже затем можно добавлять в нее частные. Это коренное отличие новой версии от предыдущих, поскольку в этом, казалось бы, незначительном обновлении скрыто кардинальное изменение — в дополнение к проектированию «снизу вверх» добавлена возможность создания проекта «сверху вниз». На вкладке «Ресурсы» появилась новая функция «Планировщик команды». В окне, соответствующем этой функции, отображаются задачи каждого члена команды. Для каждого участника задачи отображаются в отдельной строке, что позволяет быстро понять, кто, что и когда делает. Превышения доступности ресурсов выделяются красным. Ресурсное планирование стало несколько проще, особенно в части передачи задач от исполнителя исполнителю. Также стало проще вручную проводить выравнивание загрузки ресурсов. Появились и новые функции:

- незначенные и незапланированные области;
- автоматическое выравнивание;
- обновление статуса задач;
- настройка цвета, шрифта, разделов, фильтры и группировки.

### **8.1 СИТИС ВИМ**

Расчет динамики развития опасных факторов пожара по интегральной модели согласно Приложению 6 "Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности". Определение критической продолжительности пожара, времени блокирования, в том числе с учетом работы систем дымоудаления и подпора воздуха.

Встроенная база исходных данных, типовых горючих нагрузок – Кошмаров Ю.А. "Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении".

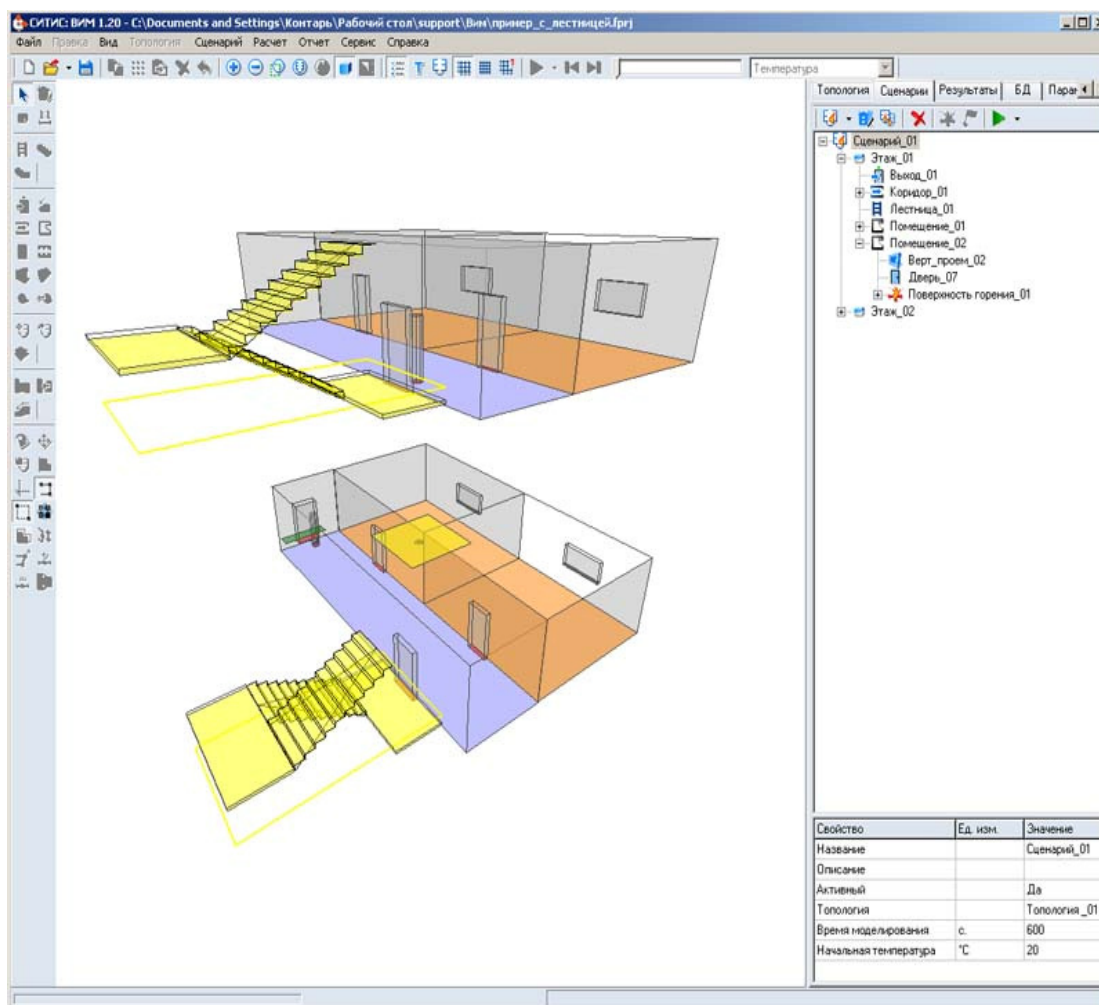
Возможность создания нескольких расчетных сценариев с неограниченным количеством элементов топологии.

Работа с единым файлом проекта в составе комплекса программ СИТИС для расчета пожарного риска.

2D/3D анимация распространения опасных факторов пожара с возможностью пошагового просмотра.

Построение графиков развития опасных факторов пожара с указанием предельных значений.

Формирование отчета, включающего исходные данные, таблицы расчета ОФП для каждой расчетной точки, графики. Экспорт оформленного отчета в формат RTF.



## 8.2 Программа: СИТИС: Флоутек

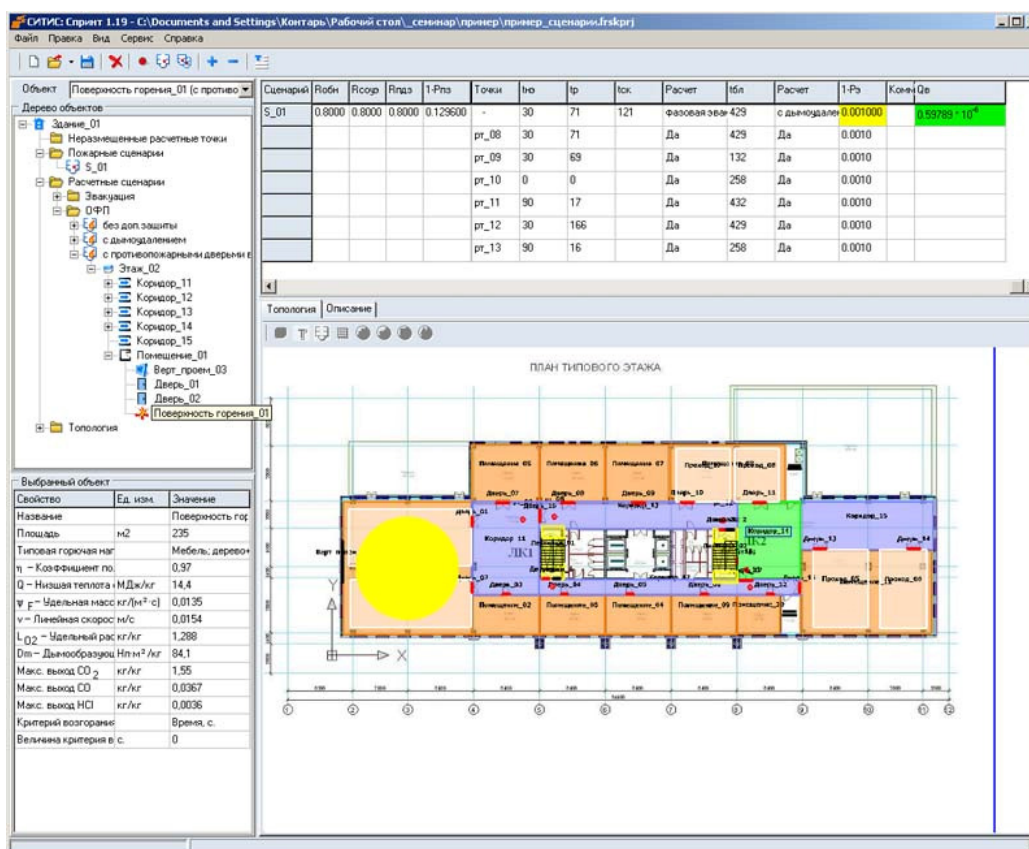
Программа предназначена для расчета времени эвакуации людей из здания в соответствии с методикой расчета, приведенной в ГОСТ 12.1.004-91\* "Пожарная безопасность. Общие требования". Программа имеет сертификат соответствия №0842674.

- Расчет времени эвакуации из здания в соответствии с методикой расчета, приведенной в ГОСТ 12.1.004-91\* "Пожарная безопасность. Общие требования".
- Ввод исходных данных для расчета с помощью встроенного графического редактора на основе сканированных планов здания.
- Возможность создания нескольких сценариев эвакуации.
- Отображение карты расчетных участков и пути эвакуации.
- Анимация движения людских потоков с возможностью пошагового просмотра.
- Просмотр основных параметров для каждого расчетного участка.
- Формирование отчета, включающего исходные данные, таблицы расчета времени эвакуации из каждого помещения, таблицы времени выхода с этажей, таблицы участков с задержкой движения, сводную таблицу времени эвакуации для всех сценариев, карты участков расчета, изображения путей эвакуации. Экспорт оформленного отчета в формат RTF.

### Нововведения в программе:

- Добавлена возможность рисования прямоугольных планов эвакуации: объекты можно поворачивать под произвольным углом, коридоры и проходы могут быть представлены в виде параллелограммов.
- Реализована возможность копирования/вставки объектов топологии.
- Добавлена возможность просмотра сцены в 3D.
- Добавлен объект "Рампа", позволяющий моделировать движение по наклонным путям.
- Добавлена возможность отмены перемещения объекта и изменения размеров.
- Добавлена возможность выделения группы объектов и одновременного задания свойств для всех объектов в группе.
- Добавлена возможность установки параметров помещений по умолчанию.
- Добавлена возможность выбора таблиц расчета времени эвакуации, включаемых в отчет.
- При просмотре сцены в 3D добавлена возможность включать/выключать отображение определенных типов объектов.
- Изменение времени задержки начала эвакуации по заданному закону распределения.

- Автоматическое сохранение резервной копии файла сцены.



### 8.3 Программа "ТОКСИ"

**ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОГРАММЕ.** Программа "Токси" разработана на основе методики Госгортехнадзора России и предназначена для оценки масштабов поражения при промышленных авариях с выбросом опасных химических веществ (ОХВ).

**Программа позволяет определить:**

- количество поступивших в атмосферу ОХВ при различных сценариях аварии;
- пространственно-временное поле концентраций ОХВ в атмосфере;
- размеры зон химического заражения, соответствующие различной степени поражения людей, определяемой по ингаляционной токсодозе.

**Программа рекомендуется для использования:**

- при разработке декларации безопасности опасных производственных объектов, на которых производятся, используются, транспортируются или хранятся ОХВ;
- при разработке мероприятий по защите персонала и населения;
- при разработке планов локализации и ликвидации последствий аварий, сопровождаемых выбросом ОХВ.

Расчеты, производимые в программе, распространяются на случаи выброса ОХВ в атмосферу как в однофазном (газ или жидкость), так и в двухфазном (газ и жидкость) состоянии. Соответственно, облако, рассеивающееся в атмосфере, состоит либо только из газа (воздух и ОХВ), либо из газа и жидких аэрозольных включений (капли ОХВ и сконденсировавшиеся пары воды).

ОХВ, используемые для расчетов в данной программе, при нормальных условиях находятся либо в газообразном, либо в жидком состоянии. В технологическом оборудовании ОХВ могут находиться как в газообразном, так и в жидком состоянии. В последнем случае ОХВ может быть сжижено путем повышения давления или понижения температуры.

В зависимости от агрегатного состояния ОХВ в оборудовании и характера разрушения оборудования, программа позволяет провести расчеты для следующих сценариев аварий:

**Для ОХВ, находящегося в технологическом оборудовании в газообразном состоянии:**

- *Сценарий 1.* Полное разрушение оборудования, содержащего ОХВ в газообразном состоянии.
- *Сценарий 2.* Нарушение герметичности (частичное разрушение) оборудования, содержащего ОХВ в газообразном состоянии.

**Для ОХВ, находящегося в технологическом оборудовании в жидком состоянии:**

- *Сценарий 3.* Полное разрушение оборудования, содержащего ОХВ в жидком состоянии.
- *Сценарий 4.* Нарушение герметичности (частичное разрушение) оборудования, содержащего ОХВ в жидком состоянии.

По сценариям 1 и 3 ОХВ мгновенно поступает в окружающую среду; по сценариям 2 и 4 ОХВ поступает в окружающую среду через отверстия площадью  $S$  в течение продолжительного времени.

**При заблаговременном прогнозировании масштабов заражения в качестве исходных данных рекомендуется принимать:**

- сценарий с полным разрушением емкости (технологической, складской, транспортной и др.), содержащей ОХВ в максимальном количестве;
- метеорологические условия — класс устойчивости атмосферы — инверсия, скорость ветра — 1 м/с.

### **Основными элементами расчета являются:**

- определение количества выброшенного ОХВ или производительности источника поступления ОХВ в атмосферу для конкретного сценария аварии и времени поступления ОХВ в атмосферу;
- определение пространственно-временного распределения концентрации ОХВ;
- определение пространственного распределения токсодозы;
- оценка поражающего воздействия ОХВ, включая расчет зон химического заражения.

Границы зон химического заражения ОХВ рассчитываются по смертельной и пороговой токсодозам при ингаляционном воздействии на организм человека.

### **В Методике приняты следующие допущения:**

- газообразное ОХВ считается идеальным газом, свойства которого не зависят от температуры;
- жидкое ОХВ считается несжимаемой жидкостью, свойства которой не зависят от температуры;
- истечение ОХВ и его испарение происходят с постоянной скоростью, соответствующей максимальной скорости истечения (испарения);
- в образовавшемся сразу после выброса облаке находится только ОХВ без подмешивания воздуха;
- разлив жидкой фазы происходит на твердой, не впитывающей поверхности, для случаев отсутствия обваловки высота слоя разлившегося ОХВ принимается равной 0,05 м;
- при расчете рассеяния ОХВ в атмосфере используется гауссова модель диффузии пассивной примеси; осаждение на подстилающую поверхность выброса ОХВ и его химические превращения при рассеянии не учитываются;
- метеоусловия остаются неизменными в течение времени экспозиции, а характеристики атмосферы — по высоте постоянны.

## **8.4 НСИС ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Описание:** Кратко об электронной базе данных документов по пожарной безопасности (ЭБД НСИС ПБ).

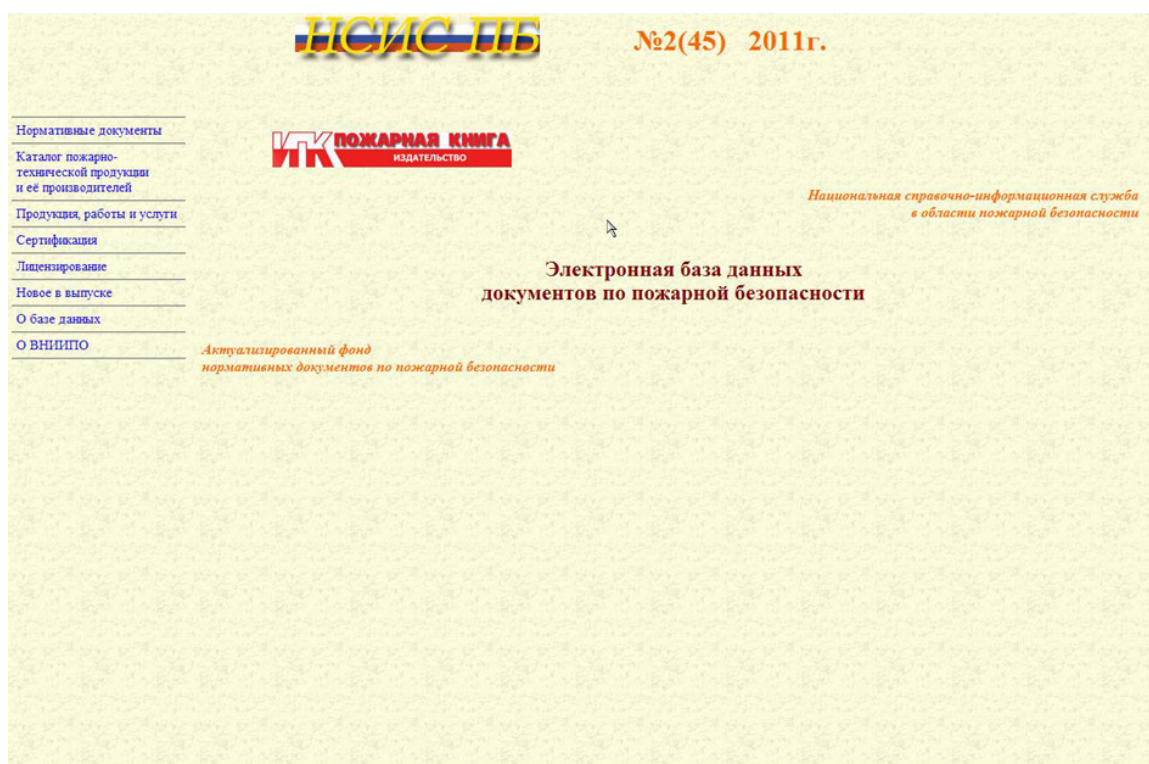
В состав ЭБД включены:

- технический регламент о требованиях пожарной безопасности;
- национальные стандарты Российской Федерации;
- своды правил;



- каталог производителей пожарно-технической продукции и номенклатура выпускаемой ими продукции – с техническими характеристиками, иллюстрациями, техническими описаниями и руководствами по эксплуатации;
- ППБ, НПБ, СНиП, руководящие документы, рекомендации, правила, перечни, нормы проектирования, содержащие требования пожарной безопасности;
- ПУЭ, шестое и седьмое издания;
- реестр сертифицированной продукции в системе сертификации в области пожарной безопасности;
- нормативно-правовые акты в области ПБ.

Ввод новых документов, внесение изменений и дополнений в существующие документы по перечисленным разделам ведется постоянно; выпуск обновлений осуществляется ежеквартально. Материалы, включаемые в состав ЭБД, выполнены в формате HTML и PDF, что позволяет использовать эффективный и удобный инструментарий гиперссылок при работе с документами и другими информационными ресурсами. Инсталляция компакт-диска осуществляется в автоматическом режиме.



## 9. Программы для экологов. Экологические расчеты

Любой проект должен включать экологический раздел, поэтому проектные организации вынуждены выполнять расчет по многим параметрам источников загрязнения. Цель этого раздела- ознакомление с ПК, позволяющими выполнять такие расчеты.

### **Разработка проектов ПДВ, ПДС, ПНООЛР, СЗЗ Экологические платежи**

Программы этого раздела предназначены для расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду (загрязнение водных объектов, Программы расчета загрязнения атмосферы, размещение токсичных отходов) и формирование документов для статистической отчетности по формам 2-ТП воздух, водхоз, отходы.

Программа "ЭкоПлата - Предприятие" формирует отчетные формы по одному предприятию.

Программа "ЭкоПлата-РЕГИОН" формирует различные итоговые документы по произвольной группе предприятий.

**Санитарная акустика.** Программный комплекс основан на современных нормативно-методических документах и решает широкий круг задач, включая проектирование и обоснование размеров санитарно-защитной зоны (СЗЗ) предприятий.

Комплекс включает:

**Программа "Эколог-Шум"** - проведение расчетов распространения шума от внешних источников, формирование результатов в табличном и графическом виде;

Программа "Расчет уровня внешнего шума систем вентиляции".

Программа "Расчет шума от транспортных потоков".

Электронный "Каталог шумовых характеристик технологического оборудования".

Дополнительный блок "Расчет проникающего шума". Программа считает и нормирует внешний и внутреннего шум.

**Атмосфера.** Программа предназначена для решения широкого круга задач, связанных с оценкой загрязнения атмосферы. Это необходимый инструмент для работы эколога промышленного предприятия, разработчика природоохранной документации, экспертов Ростехнадзора, специалистов органов и учреждений, осуществляющих санитарно-эпидемиологический надзор.

Все программы могут функционировать как автономно, так и в комплексе, поэтому каждый пользователь может создать удобный инструмент для решения своих конкретных задач. Наличие сетевой версии обеспечивает одновременную работу с общими данными с разных компьютеров, что сокращает время работы над большим проектом.

В число решаемых задач входит:

- инвентаризация источников выбросов, формирование карты с источниками загрязнения, ввод протоколов измерения выбросов – программа "Инвентаризация";
- расчет количества выбрасываемых вредных веществ для различных производств - программы валовые выбросы ЗВ;
- расчет максимальных разовых концентраций ЗВ в атмосфере – программа "УПРЗА Эколог" ;
- расчет среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в атмосфере - программа "Средние";
- разработка и оценка природоохранных мероприятий, автоматизированное формирование и выпуск проекта нормативов предельно-допустимых выбросов (проект ПДВ) – программа "ПДВ-Эколог";
- определение оптимальных предложений по снижению выбросов в атмосферу для выполнения нормативных требований к значениям приземной концентрации - программа "Норма";
- оценка риска для здоровья населения при воздействии веществ, загрязняющих атмосферу - программа "Риски";
- подготовка годовой формы статотчетности 2-ТП воздух по предприятию - программа "2 ТП воздух".

Аналогичные задачи на уровне города (области) решают:

- программа "Эколог-город",
- программа "2-ТП воздух объединение",
- программа "2-ТП воздух обзор"

**Отходы.** Комплекс программ для подготовки проекта нормативов образования отходов и лимитов на их размещение – ПНООЛР позволяет рассчитать количество отходов по материально-сырьевому балансу предприятия, по удельным отраслевым нормативам образования отходов и расчетно-аналитическими методами – Программа "Отходы" плюс программы расчета количества образования отходов для различных производств.

Программы работают в комплексе и автономно.

Для отходов определяется класс опасности при воздействии на окружающую природную среду и класс токсичности при воздействии на среду обитания и здоровье человека. Автоматизирована подготовка годовой формы статотчетности, программа 2-ТП отходы.

**Вода.** Программы позволяют рассчитать нормативы допустимых сбросов (программа "НДС - Эколог") в водные объекты и распространение загрязняющих веществ в воде (разбавление), определить объем поверхностного стока (программа "Сток"), вести базы данных по различным характеристикам загрязненности питьевой воды с целью

оценки ее качества (программа "Чистая вода"). Автоматизирована подготовка годовой формы статотчетности – программа 2-ТП водхоз.

## 9.1 Программа "УПРЗА Эколог"

Унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) "Эколог", версия 3 выполняет расчеты по "Методике расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86)" Госкомгидромета. В составе программы имеется блок, который реализует Приложение II к указанной "Методике ОНД-86" (учет застройки и расчет на различных высотах). Реализована и "Отраслевая методика расчета приземной концентрации загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах компрессорных станций магистральных газопроводов". В зависимости от характера задач, Пользователь может подобрать оптимальную модификацию программы "УПРЗА Эколог".

УПРЗА "Эколог" существует в следующих вариантах.

**Базовый.** Вариант программы позволяющий производить расчет рассеивания загрязняющих веществ в приземном слое без учета влияния застройки.

**Стандарт.** Программа предоставляет следующие дополнительные возможности:

- возможность рисования топоосновы по растровой подложке;
- расширенные возможности графического блока, позволяющие заносить и передавать для последующего расчета выбросов информацию о дорожно-транспортной сети;
- совместимость (импорт) топоосновы со следующими графическими форматами: AUTOCAD dxf, mid/mif, shp; передача данных об источниках и полях расчетных концентраций в программы ArcInfo, AUTOCAD, MapInfo и других в виде слоя векторного формата.

**Газ.** Программа предоставляет все возможности варианта «Стандарт», а также позволяет производить расчет концентраций от источников со скоростью выхода газовой смеси от 150 до 500 м/с (магистральные газопроводы, газоконпрессорные станции).

**С блоком учета застройки.** Любой вариант программы может быть укомплектован дополнительно расчетным блоком, позволяющим учитывать влияние застройки на рассеивание загрязняющих веществ, а также производить расчет концентраций загрязняющих веществ на различных высотах.

Основные функциональные возможности программы:

- рассчитываются приземные концентрации как отдельных веществ, так и групп веществ с суммирующимся вредным действием. Суммарное количество веществ и групп суммации в одном расчете не ограничено. Программа позволяет по данным об источниках выброса веществ и

условиях местности рассчитывать разовые (осредненные за 20-30 минутный интервал) концентрации веществ в приземном слое при неблагоприятных метеорологических условиях.

– в расчетах могут быть учтены нагретые и холодные выбросы точечных, линейных и площадных источников. Площадные источники могут быть четырех типов:

1) с выбросом со сплошной поверхности, для которой нельзя указать полного набора характеристик газовой струи: скорости и объема выходящих газов, диаметра устья источника (например, пруды-испарители, пылящие поверхности и т.п.);

2) с выбросом со сплошной поверхности, для которой выброс по каждому веществу может иметь несколько (до пяти) значений в зависимости от наблюдаемой скорости ветра;

3) описывающие выбросы из многих мелких точечных источников (например, печных труб в поселке);

4) описывающие выбросы от автомагистралей.

Общее число источников выбросов практически не ограничено. Каждый источник выбросов может иметь несколько вариантов исходных параметров.

Учитывается влияние рельефа на рассеивание веществ (с помощью введения поправок на рельеф для источников в соответствии с ОНД-86).

Учитывается фоновая концентрация веществ, дифференцированная по скоростям и направлениям ветра и по расположению постов наблюдений за фоном. При этом программа позволяет оценить фоновое загрязнение воздуха без учета вклада отдельных источников, что упрощает расчет загрязнения воздуха для реконструируемых предприятий.

Имеется возможность автоматического построения нормативных санитарно-защитных зон (СЗЗ) предприятия, а также задания охранных и производственных зон.

Встроенный редактор позволяет занести и редактировать карту-схему предприятия и местности, на которую будут нанесены результаты расчета рассеивания.

Расчет по предприятию может иметь несколько вариантов, существует возможность проведения расчета с минимальным заданием исходных данных.

Расчеты ведутся на задаваемом пользователем множестве точек на местности, которое может включать в себя:

- узлы прямоугольных сеток в нескольких прямоугольных областях;
- отдельно заданные точки и точки, описывающие СЗЗ предприятия, границы зданий и особых зон.

Общее количество расчетных областей практически не ограничено.

В результатах расчетов выдаются значения приземных концентраций в расчетных точках в мг/м<sup>3</sup> или в долях ПДК. Эти значения сведены в специальные таблицы.

Выдаются карты изолиний приземных концентраций вредных веществ на местности в любом задаваемом пользователем масштабе. Масштаб вывода карт также может выбираться автоматически с учетом удобства пользования картой.

Программа автоматически определяет точки с максимальной концентрацией загрязняющих веществ.

Программа находит источники, дающие наибольшие вклады в Программы расчета загрязнения атмосферы как в целом по предприятию, так и из задаваемого пользователем множества.

Печать отчетов производится как на принтере, так и в файл. Объем и состав отчета регулируется пользователем.

УПРЗА "Эколог" совместима с другими программами серии "Эколог". Существует возможность приема данных, подготовленных в более ранних версиях программы (начиная с версии 2.0 и выше).

## **9.2 Программа "Эколог-ШУМ"**

Программа "Эколог-ШУМ" позволяет проводить оценку звукового давления в отдельных точках и на расчетных площадках. Программа дает возможность разрабатывать разделы «Оценка шумового воздействия» в составе проектов организации санитарно-защитных зон промышленных предприятий.

В основе программы два нормативных документа:

СНиП II-12-77 Нормы проектирования. Защита от шума. Утверждены постановлением государственного комитета Совета Министров СССР по делам строительства от 14 июня 1977 г. № 72.

СНиП 23-03-2003 Защита от шума и акустика.

К программе "Эколог-Шум" бесплатно поставляется электронный "Каталог шумовых характеристик технологического оборудования (к СНиП II-12-77)", НИИ строительной физики, 1988

Работа с исходными данными в программе «Эколог-Шум» очень проста. Удобный интерфейс настроен на дружеское общение, в частности, с начинающими специалистами.

Источники шума наносятся прямо на карту. Для каждого источника шума заносится его название, тип, нижняя и верхняя высота, уровень мощности или звукового давления в Дб (в зависимости от типа данных – паспортные или измеренные) по октавным полосам частот со среднегеометрическими частотами от 31,5 Гц до 8000 Гц. Помимо точечного и линейного, реализован объёмный тип источника шума. Его особенностью является возможность задания шумящей стороны или

сторон источника. Координаты источников могут быть откорректированы пользователем.

Программа содержит заполненный справочник шумовых характеристик, который может редактироваться и пополняться пользователем.

Препятствия для шума заносятся аналогичным способом – рисуются на карте. Программа снабжена справочником материалов препятствий, в зависимости от которых меняется коэффициент поглощения шума.

Отличительной особенностью программы является то, что она производит расчет как по точкам, так и по полю (площадке) с заданным шагом, так и по точкам на границе особых зон, которые могут быть нанесены на карту с последующими уточнениями координат в таблицах.

**Варианты программы.** Программа поставляется в двух вариантах: "Базовый" и "Стандарт". Программа в варианте "Стандарт" обладает дополнительными возможностями графического блока по работе с форматами ГИС: Autocad (формат DXF), MapInfo (формат MID/MIF), ArcInfo (формат SHP).

### **9.3. Программа "Шум вентсистем"**

Программа "Шум вентсистем" предназначена для расчета уровней шума, создаваемых приточно-вытяжными системами с механическим принуждением. Программа также решает смежную задачу – расчет оптимального сечения воздуховода. Реализованы положения СНиП II-12-77 (часть II) и «Руководства по расчету и проектированию вентиляционных установок», М., «Стройиздат», 1982. Программа может работать как автономно, так и в качестве дополнительного модуля к программе Эколог-Шум.

Программа содержит обширные справочники вентиляторов и шумоглушителей, которые при необходимости могут пополняться и корректироваться пользователем: это уровень звуковой мощности вентилятора (по октавным полосам) и снижение уровня звуковой мощности шумоглушителем.

Исходные данные для работы программы заносятся путем выбора вентилятора и шумоглушителя из списка справочника. При расчете учитываются параметры выхода воздуховода. Результаты расчетов передаются в «Эколог-Шум» для последующих расчетов. В автономном режиме работы программы возможны расчет уровня звуковой мощности на выходе воздуховода и расчет на перспективу по расчетной точке.

**Расчет валовых выбросов ЗВ в атмосферу.** Представляем вам программы для расчета величин максимально-разовых и годовых выбросов загрязняющих веществ от различных производств. Программы сгруппированы по отраслям промышленности, в меню слева они указаны в

алфавитном порядке по названиям. Программы реализуют специальные методики, разработанные НИИ Атмосфера и другими организациями. Перечень действующих методик и программ ежегодно корректируется и утверждается.

Использование согласованной программы позволит вам быть уверенным в результате, существенно сократит время подготовки отчетов.

Программы могут использоваться как автономно, так и в комплексе с программами УПРЗА "Эколог", "Инвентаризация", "ПДВ-Эколог".

#### **9.4. Программа "Норма"**

Программа «Норма» – это дополнительный блок для программы "УПРЗА Эколог", самостоятельно не работает. Расчетный блок "Норма" позволяет определять оптимальные предложения по снижению выбросов в атмосферу для выполнения нормативных требований к значениям приземной концентрации. Программа может быть использована как дополнительный инструмент при разработке воздухоохранной документации (проектов ПДВ).

Поиск решения программа ведет наиболее оптимальным образом, используя алгоритмы, описанные в «Рекомендациях по определению допустимых вкладов в Программы расчета загрязнения атмосферы выбросами загрязняющих веществ предприятиями с использованием сводных расчетов загрязнения воздушного бассейна города (региона) выбросами промышленности и автотранспорта», утвержденных Приказом Госкомэкологии России N 66 от 16.02.1999. Проверка правильности результатов осуществляется автоматически с использованием алгоритмов ОНД-86.

С помощью данного расчетного блока можно определить оптимально-минимальные снижения выбросов источников, при выполнении которых значения приземной концентрации загрязняющего вещества в атмосфере гарантированно не будут превосходить нормативный уровень: ПДК, либо задаваемый пользователем. Нормативный уровень приземной концентрации может быть задан как по всему полю (расчетной площадке), так и в определяемых пользователем контрольных точках (на границе СЗЗ, на границе жилой застройки и т.п.).

Программа обладает гибким механизмом расчета, позволяющим пользователю:

исключать из рассмотрения источники, снижение выбросов на которых технологически невозможно;

предварительно задать возможный диапазон изменения выброса источника, в пределах которого осуществляется поиск оптимального значения его снижения;



Задать приоритет источника. При этом снижение выбросов, по возможности, затрагивает только источники с наиболее низким приоритетом.

Результатом работы программы является документ, содержащий предложения по снижению выбросов.

Используется совместно с УПРЗА Эколог 3.0

## **9.5. Программа "Риски"**

Расчетный блок "Риски" версия 1.0 – дополнительный модуль к программам УПРЗА "Эколог" и / или "Средние", который реализует положения документа: Р 2.1.10.1920-04. "Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду" и позволяет оценить риск для здоровья населения (вероятность развития у населения неблагоприятных для здоровья эффектов в результате реального или потенциального загрязнения окружающей среды).

После осуществления расчета либо максимальных, либо среднегодовых концентраций в зависимости от типа проведенных расчетов, блок "Риски" выбирает соответствующую модель и производит расчет оценки рисков для здоровья. Оптимальным является использование программы "Риски" одновременно с двумя вышеуказанными программами.

На основании расчетов максимальных приземных концентраций (ОНД-86) можно рассчитать:

- неканцерогенный риск – доля превышения референтной концентрации острого действия;
- доля превышения порога запаха;
- риск (вероятность обнаружения) неспецифического запаха;
- риск (вероятность обнаружения) навязчивого запаха.

На основании расчетов концентраций, осредненных за длительный период (расчетный блок "Средние") оценивается:

- неканцерогенный риск – доля превышения референтной концентрации хронического действия;
- канцерогенный риск;
- хронический риск по беспороговой модели.

"Расчетный блок "Риски" имеет свидетельство Роспотребнадзора РФ № 6 от 01.06.2007 г., сертификат Госстандарта РФ № РОСС RU.СП04.Н00082 и рекомендован, в том числе, к использованию в органах и организациях Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (письмо РОСПОТРЕБНАДЗОРА "Об использовании программного средства "Расчетный блок "Риски"").

Более подробная информация содержится в статье А.В. Киселева "Использование методологии оценки риска здоровью в практике природопользования и управлении здоровьем населения".

Для организаций Роспотребнадзора РФ действует специальная цена.

## **Сводные расчеты загрязнения атмосферы**

### **Система "Эколог Город"**

Система «Эколог-город» разработана для автоматизации деятельности экологических служб администраций городов (регионов), проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. Результаты сводных расчетов загрязнения атмосферы могут быть использованы в целях нормирования выбросов загрязняющих веществ и для решения других задач.

Состав системы:

Программа автоматического приема информации о параметрах источников выбросов предприятий по подготовленным в едином формате данным инвентаризации, проектов ПДВ, разделов проекта "Охрана окружающей среды".

Программа ведения обобщенного городского банка данных по источникам выбросов.

Программа "Магистраль", позволяющая производить расчет выбросов загрязняющих веществ автотранспортными потоками при движении автомобилей по городским магистралям.

Программа расчета концентраций вредных веществ в атмосфере в соответствии с нормативным документом ОНД-86 (программа согласована в установленном порядке).

Программа отображения результатов на электронной карте города - «Экологическая карта».

Программа определения допустимых вкладов в Программы расчета загрязнения атмосферы выбросов загрязняющих веществ предприятиями (перспективная разработка).

Система обеспечивает:

создание и автоматизированное пополнение городского банка данных «Источники выбросов. Существующее положение и перспектива»;

статистическую обработку информации;

проведение сводных расчетов концентраций вредных веществ в атмосфере города (региона) на существующее положение и перспективу;

отображение результатов на электронной карте территории.

Система позволяет:

устанавливать диагноз состояния качества атмосферного воздуха (региона).

Определять доли вкладов различных предприятий (по территориальному или отраслевому принципу) в загрязнение воздуха.

Определять фоновые концентрации по всем веществам, содержащимся в выбросах промышленности и автотранспорта.

Оценивать ожидаемые изменения качества атмосферного воздуха города (региона) с учетом динамики выбросов предприятий и автотранспорта города (региона).

Проводить оценку эффективности планируемых хозяйственных и природоохранных мероприятий.

Определять допустимые вклады выбросов загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями.

Модульный принцип построения системы позволяет комплектовать систему с учетом потребностей каждого заказчика.

Программа автоматического приема информации о параметрах источников выбросов предприятий по подготовленным в едином формате данным инвентаризации, проектов ПДВ, разделов проекта "Охрана окружающей среды" и ведения обобщенного городского банка данных по источникам выбросов.

Назначение:

Прием информации о параметрах источников выбросов, подготовленных в едином символьном формате.

Ведение обобщенного городского банка данных.

Программа может работать на трех уровнях – города, района и конкретного предприятия.

На уровне работы с конкретным предприятием программа позволяет:

- принять информацию об источниках выбросов предприятий из файла в едином формате INT или подготовить ее непосредственно;
- просмотреть принятую информацию в виде таблиц и при необходимости ее дополнить; просмотр возможен как всей базы в целом, так и выборки на любую дату;
- просмотреть взаимное расположение источников выбросов предприятия на карте местности;
- провести статистическую обработку принятых данных.

На уровне работы с городом или районом программа позволяет:

- просмотреть информацию об источниках выбросов города (района) в виде таблиц и при необходимости ее дополнить;
- просмотреть взаимное расположение источников выбросов города (района) на карте местности; просмотр возможен как всей базы в целом, так и выборки на любую дату;
- провести статистическую обработку информации об источниках выбросов города (района).

Программа расчета концентраций вредных веществ в атмосфере в соответствии с ОНД-86 (УПРЗА Эколог).

Расчетный модуль системы «Эколог-город» реализует положения «Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных

веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86)» Госкомгидромета. Программа позволяет проводить расчеты загрязнения атмосферы на любом из трех уровней – предприятия, района, города по данным об источниках выбросов загрязняющих веществ.

От стандартной УПРЗА «Эколог», решающей задачи конкретного предприятия, расчетный модуль системы отличается следующими возможностями:

Отсутствуют какие-либо ограничения на количество источников выбросов, участвующих в расчете;

Программа позволяет определять вклады в загрязнение не только конкретных источников выбросов, но и предприятий.

Программа согласована в установленном порядке с ГГО им. А.И. Воейкова.

### **Программа отображения результатов на электронной карте города – «Экологическая карта»**

Программа позволяет:

- Отображать, масштабировать, печатать топооснову местности с привязкой к основной системе координат.
- Отображать на карте источники выбросов вредных веществ.
- Отображать в виде изолиний поля приземных концентраций по одному или нескольким ингредиентам на одной или нескольких расчетных площадок.
- Устанавливать контрольные точки.
- Проводить графический анализ проведенных расчетов приземных концентраций по контрольному отрезку.
- Передавать данные топоосновы (контуры улиц) для последующего расчета выбросов на автомагистралях.

Исходными данными программы являются:

- Топооснова местности.
- Данные об источниках выбросов.
- Проведенные расчеты величин приземных концентраций.

Таким образом, для подготовки топоосновы можно воспользоваться:

- УПРЗА «Эколог».
- Конверторами из популярных графических форматов.

Программа позволяет использовать данные об источниках выбросов, подготовленные в программах:

- «Эколог-город»;
- УПРЗА «Эколог»;
- «Инвентаризация»;
- «ПДВ-Эколог».

## **Программы расчета загрязнения атмосферы выбросов загрязняющих веществ предприятиями (перспективная разработка).**

Программа реализует «Рекомендации по определению допустимых вкладов в Программы расчета загрязнения атмосферы выбросов загрязняющих веществ предприятиями с использованием сводных расчетов загрязнения воздушного бассейна города (региона) выбросами промышленности и автотранспорта», НИИ Атмосфера, 1999, утвержденные для использования при нормировании выбросов приказом №66 Госкомэкологии РФ от 16.02.1999.

### **9.6. Программа "Средние"**

Расчетный блок "Средние" предназначен для использования совместно с УПРЗА «Эколог» 3.0 и позволяет рассчитать величины осредненных за длительный период концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Программа реализует «Методические указания по расчету осредненных за длительный период концентраций выбрасываемых в атмосферу вредных веществ», Санкт-Петербург, ГГО им. А.И. Воейкова, 2005.

Рассчитываемые среднегодовые концентрации могут быть использованы для оценки воздействия выбросов промышленных предприятий на окружающую среду, оценки рисков здоровью населения, обоснования размеров санитарно-защитных зон и решения других задач.

Вместе с программой поставляется специальный файл с метеорологическими и климатическими характеристиками той местности, для которой будут проводиться расчеты. Эти параметры рассчитываются ГГО им. А.И. Воейкова индивидуально для каждого заказчика. "Метеорологический файл" готовится для конкретной стокилометровой зоны вокруг рассматриваемых источников и расчетных площадок.

Блок "Средние" согласован письмом ГГО им.Воейкова. Протестирован и одобрен ФГУЗ ФЦГ и Э Роспотребнадзора, Москва.

## **Приложения**

## Рекомендуемая литература по курсу

### *Основная литература*

1. STARK\_ES. Программный комплекс для расчета пространственных конструкций на прочность, устойчивость, колебания. Руководство пользователя. – М.: Еврософт, 2008. – 383 с.
2. Симбиркин В.Н., Курнавина С.О. Статический и динамический расчет железобетонных монолитных каркасов зданий с помощью программного комплекса STARK\_ES. Учебное пособие./ Под ред. Назарова Ю.П. – Москва: ФГУП «НИЦ «Строительство», ООО «Еврософт», 2007. – 158 с.
3. Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций. Киев: Издательство «Факт», 2005. – 344 с.
4. Стрелец-Стрелецкий Е.Б., Гензерский И.Д., Лазнюк М.В., Марченко Д.В., Титок В.П. Лира 9.2. Руководство пользователя. Основы. Учебное пособие. Под ред. Академика РААС А.С. Городецкого - К.: издательство «ФАКТ», 2005. – 146 с.
5. Барабаш М.С., Гензерский Ю.В., Марченко Д.В., Титок В.П. Лира 9.2. Примеры расчета и проектирования. Учебное пособие. – К.: издательство «ФАКТ», 2005. – 106 с.
6. Гензерский Ю.В., Куценко А.М., Марченко Д.В., Слободян Я.О., Титок В.П. Лира 9.2. Примеры расчета и проектирования. Учебное пособие. – К.: Издательство НИИАСС, 2006. – 106 с.
7. Юсипенко С.В., Батрак Л.Г., Городецкий Д.А., Рассказов А.А. Мономах 4.0. Примеры расчета и проектирования. Учебное пособие. К.: Издательство «ФАКТ», 2005. – 263 с.
8. Верюжский Ю.В., Колчунов В.И., Барабаш М.С., Гензерский Ю.В., Компьютерные технологии проектирования железобетонных конструкций. Курсовое проектирование. – К. Книжное издательство авиационного института. 2006.

### *Дополнительная литература*

1. Городецкий А.С., Батрак, Городецкий Д.А., Лазнюк М.В., Юсипенко С.В. Расчет и проектирование конструкций высотных зданий из монолитного железобетона (проблемы, опыт, возможные решения и рекомендации, компьютерные модели, информационные технологии). – К.: Издательство «ФАКТ», 2004. – 106 с.
2. Перельмутер А.В., Сливкер В.И. Расчетные модели сооружений возможность их анализа. – Киев. Издательство «Сталь», 2002 – 601 с.

## **Контрольные вопросы по курсу**

**«Компьютерные методы проектирования и расчета строительных конструкций»**

Направление «Строительство», профиль ПГС, квалификация бакалавр, специализация «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений», квалификация инженер

1. Понятия об информационных технологиях.
2. Свойства информации.
3. Виды работ с информацией.
4. Специальные информационные системы в строительстве
5. Автоматизированное проектирование объектов строительства. Порядок разработки и состав проектной документации.
6. Проектные организации и развитие компьютерной технологии проектирования.
7. Проектные функции.
8. Понятие САПР и принципы ее построения.
9. Структура САПР, обеспечивающие и проектирующие подсистемы.
10. Задание на проектирование строительных объектов.
11. Распределение проектных работ.
12. Изыскательские работы.
13. Организационно-технологическая подготовка проектирования и планирование проектных работ.
14. Технологические линии автоматического проектирования.
15. ArchiCAD.
16. Autodesk.
17. AutoCAD Civil 3D.
18. GeoniCS Топоплан, структура, назначение модулей.
19. Allplan, структура, назначение отдельных систем.
20. ПК «ЛИРА», назначение, основные функции, области применения.
21. ПК «ЛИРА», основные модули, специальные системы.
22. ПК «ЛИРА» – графическая сфера «ЛИР-ВИЗОР»
23. ПК «ЛИРА» – «ЛИР-АРМ», «ЛИР-ЛАРМ».
24. ПК «ЛИРА» – «ЛИР-СТК», «ЛИР-РС», «ЛИР-КС», «ЛИР-КТС», «ЛИР-КМ».
25. ПК «ЛИРА» – системы: «Грунт», «МОНТАЖ-плюс».
26. ПК «ЛИРА» – системы: «Мост», «Динамика».
27. ПК «ЛИРА» – системы: «Вариации моделей», «Суперэлементный метод расчета».
28. ПК «ЛИРА» – ПП Геометрические характеристики сечений, Статика, Динамика, Устойчивость.



29. ПК «ЛИРА» – ПП Железобетонные конструкции.
30. ПК «ЛИРА» – ПП Стальные конструкции.
31. ПК «ЛИРА» – ПП Нагрузки и воздействия, ПП Основания и фундаменты.
32. ПК «ЛИРА» – ПП Каменные и армокаменные конструкции, ПП Деревянные конструкции.
33. ПК SCAD Office – назначение, область применения, структура.
34. ПК SCAD – состав программ.
35. ПК SCAD – программа «Кристал».
36. ПК SCAD – программа «Арбат».
37. ПК SCAD – программы «Камин», «Декор».
38. ПК SCAD – программы «Запрос», «Откос», «Кросс».
39. ПК SCAD – программа «Монолит».
40. ПК SCAD – программа «Вест», «Комета».
41. ПК SCAD – программы «Конструктор сечений», «Консул», «Тонус», «Сезам».
42. ПК «Мономах».
43. «Калипсо» – линия автоматизированного проектирования.
44. ПК «STARK ES».
45. ПК «MicroFe».
46. ПК «Robot Millennium».
47. ПК «МАЭСТРО».
48. ПК для расчета фундаментов: «ФОК-ПК», «ФОК-ПК Ленточные фундаменты», «Фундамент».
49. Универсальные ПК – «ANSYS».
50. Универсальные ПК – «NASTRAN».
51. Универсальные ПК – «COSMOS».
52. Программы по организации строительного производства – «ГЕКТОР: АРМ ППР».
53. Программы по организации строительного производства – «ГЕКТОР: СМЕТЧИК – СТРОИТЕЛЬ».
54. ПК по БЖД: «СИТИС ВИМ», «СИТИС: Флоутек».
55. ПК «Гранд-Смета»
56. ПК по БЖД: «ТОКСИ»
57. ПК по БЖД: «НСИС Пожарная безопасность».
58. ПК для экологов: Экологические платежи, «УПРЗА Эколог».
59. ПК для экологов: «Эколог-Шум», «Шум вентсистем».
60. ПК для экологов: «Норма», «Риски», «Средние».

Шмелев Геннадий Николаевич

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА ЗДАНИЙ**

Учебное пособие

Редактор В.Н.Сластникова

Компьютерная верстка

А. Денисов

Э. Алиева

Д. Миргалимова

К. Ходырева