

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

В.Н. ВАСИН, А.Г. КЕРЖЕНКОВ, А.Г. КОЖИН

КОНЦЕПЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ РЕДУКТОРОВ

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия*

САМАРА
Издательство СГАУ
2006

УДК 004.9 (075)

ББК 32.97

В 195



**Инновационная образовательная программа
«Развитие центра компетенции и подготовка
специалистов мирового уровня в области аэро-
космических и геоинформационных технологий»**

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. С. В. Фалалеев,
канд. техн. наук, доц. А. А. Черепашков

Васин В.Н.

В195 **Концепция компьютерного проектирования авиационных редукторов:** учеб. пособие / В.Н. Васин, А.Г. Керженков, А.Г. Кожин – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2006. – 28 с. : ил.

ISBN 5-7883-0462-8

Дан краткий анализ современных методов проектирования изделий, рассмотрены концептуальные аспекты информатизации учебного процесса, сделан сравнительный анализ традиционной методики выполнения курсового проекта по деталям машин с экспериментальной, использующей ПЭВМ.

Большое внимание уделено организации предварительного и промежуточного контроля знаний студентов с помощью авторской системы подготовки электронных учебных материалов – KADIC и автоматизированных учебных курсов (АУК). Рассмотрены возможность применения PDM – системы как среды для хранения учебной информации и средства организации процесса обучения, а также стратегия применения 2D и 3D моделирования при курсовом проектировании авиационных редукторов.

УДК 004.9 (075)
ББК 32.97

ISBN 5-7883-0462-8

© Васин В.Н., Керженков А.Г., Кожин А.Г., 2006
© Самарский государственный аэрокосмический университет, 2006

Оглавление

Введение.....	4
1. Опыт и перспективы курсового проектирования авиационных редукторов с применением новых информационных технологий.....	5
2. Подготовка пояснительной записки к курсовому проекту в условиях компьютерного проектирования.....	12
3. Трёхмерное моделирование в курсовом проектировании.....	14
4. Предварительный и промежуточный контроль знаний студентов при выполнении курсового проекта по деталям машин.....	15
5. PDM-система как среда хранения учебной информации и средство организации процесса обучения.....	17
6. Выбор инструментальных средств компьютерной поддержки учебного процесса.....	21
Список использованных источников	25
Приложение 1.....	26
Приложение 2.....	27

ВВЕДЕНИЕ

Одной из тенденций развития современного общества является его информатизация. В настоящее время мы являемся свидетелями бурного вторжения информационных технологий во все сферы жизни и деятельности человека. В начале третьего тысячелетия процессы информатизации стали еще более выраженными, а трудовая деятельность подавляющего большинства трудоспособного населения так или иначе связана с информационными технологиями и процессами обработки информации.

Ярко выраженная информатизация современного общества объясняет необходимость все более широкого использования информационных и телекоммуникационных технологий в сфере образования. Информатизация общего и профессионального образования является обязательным условием подготовки конкурентоспособных специалистов различного профиля. Только обладая достаточно высоким уровнем технологической подготовленности и «информационной культуры», молодой специалист способен адекватно действовать в окружающем мире, ориентироваться в проблемных ситуациях, находить рациональные способы решения различных проблем.

Использование информационных технологий в образовании способствует, во-первых, совершенствованию стратегии отбора содержания образовательных программ, методов и организационных форм обучения в соответствии с задачами развития личности в условиях информационного общества; во-вторых, расширению видов учебной деятельности при условии реализации современных технологий (компьютеризированные курсы обучения, информационные и экспертные системы, автоматизированные обучающие системы, мультимедиа-технологии); в-третьих, к переходу от авторитарного, иллюстративно-объяснительного обучения к проблемному, творческому, что предусматривает овладение студентами умения самостоятельно приобретать новые знания, используя технологии информационного взаимодействия с имитационными моделями объектов, процессов или явлений.

Одной из важнейших задач информатизации образования является формирование информационной культуры. Обеспечение необходимого уровня информационной культуры специалиста не может быть целью только одной учебной дисциплины, необходимо внедрение современных информационных технологий во все специальные дисциплины, что требует определённого уровня технологической подготовленности преподавателей. Информационная культура педагога включает в себя:

- знания об информации, информатике, информационных процессах, системах, моделях, технологиях;
- умения и навыки использования средств и методов обработки информации;
- умения и навыки использования информационных технологий для решения профессионально-педагогических задач;
- мировоззренческое видение окружающего мира как открытой информационной системы.

Это положение является весьма актуальным и педагогически значимым, так как студенты на деле, т.е. в процессе учебно-тренировочных занятий, проведения научных исследований и т.п., должны осознать и на себе испытать преимущества и возможности современных информационных технологий.

Поэтапность процесса формирования информационной культуры и технологической подготовленности студента вуза:

1-2 курс – базовый (пользовательский) уровень;

3-4 курс – использование информационных технологий для решения учебно-исследовательских задач НИРС, курсовое проектирование;

5-6 курс - использование информационных технологий в учебной, методической и научной деятельности, дипломное проектирование.

Повышение познавательной активности студентов может быть обеспечено при условии поиска новых форм и методов организации знаний; использования в процессе обучения новых информационных технологий, инструментальных методик и технических средств, разработки специального программно-методического обеспечения, ориентированного на решение специфических задач авиационной тематики.

1. ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВИАЦИОННЫХ РЕДУКТОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Курсовое проектирование по деталям машин предоставляет широкие возможности для формирования у студентов необходимых знаний и навыков как по основам конструирования машин, так и в области информационных технологий, в целом, являясь важнейшим этапом подготовки специалиста.

Курсовой проект – первая конструкторская работа студентов, в процессе которой решаются следующие основные задачи подготовки специалистов:

- освоение методов проектирования и конструирования изделий с применением нормализованных и оригинальных элементов, деталей и узлов;
- приобретение навыков выполнения проектировочных и проверочных расчётов деталей, соединений и передач;
- получение навыков оформления конструкторской документации;
- освоение системного подхода к проектированию изделия по ряду противоречивых критериев;
- закрепление и актуализация знаний по большинству изученных ранее общеобразовательных и общетехнических дисциплин;
- приобретение навыков работы с современными программными средствами.

В качестве объектов проектирования для основных специальностей СГАУ выбраны достаточно сложные, многофункциональные авиационные редукторы (рис.1).

Трудно представить себе изделие, более подходящее для освоения основ конструирования, чем авиационный редуктор. Конструкция авиационного редуктора содержит большое количество различных соединений, передач, подшипников и пр. Многообразие возможных компоновочных решений и конструктивных исполнений деталей и узлов открывает широкий простор для творческого роста будущего специалиста. Но вместе с тем эта первая конструкторская работа весьма сложна для студентов.

Разнообразие и сложность задач, решаемых в ходе курсового проектирования, обычно приводит к большой нагрузке студентов, значительному количеству ошибок в выполненных проектах, частому срыву сроков завершения проектов, недостаточной «прочности» и непродолжительной «выживаемости» знаний.

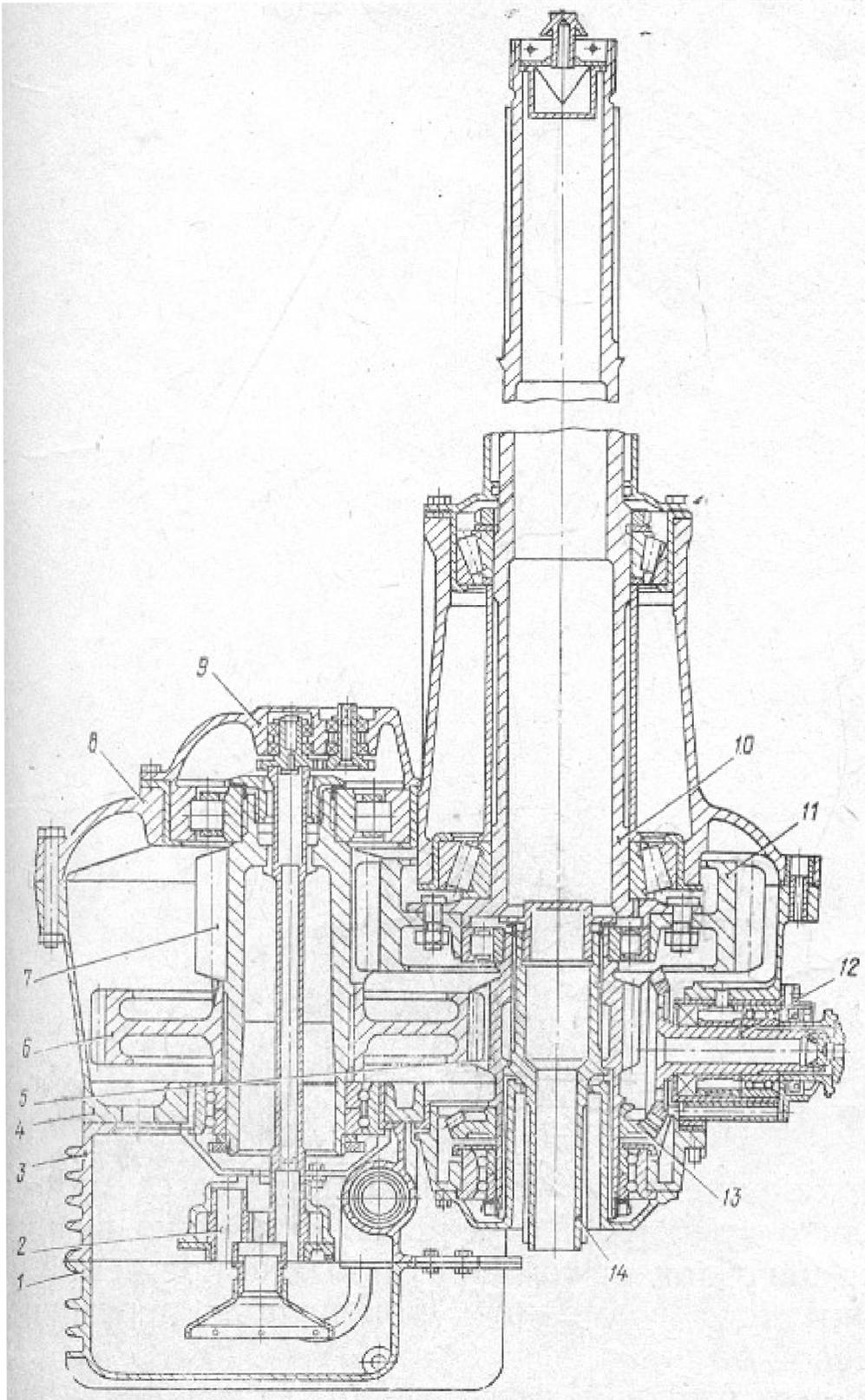


Рис. 1

Традиционно при выполнении курсового проекта по основным авиационным специальностям со студентами проводятся лекционные и практические занятия, на которых изучаются основы расчёта и проектирования деталей, их соединений, передач и пр., определяются задачи отдельных этапов работ по проектированию редуктора, рассматриваются особенности методик расчёта и конструирования. Таким образом, формируется ориентировочная основа учебной деятельности.

Апробированный в течение многих лет порядок курсового проектирования предусматривает:

- выдачу задания;
- проведение проектировочных и проверочных расчётов передач;
- оценку диаметров валов и предварительный подбор подшипников;
- разработку эскизного проекта;
- конструктивную проработку редуктора;
- проведение необходимых проверочных расчётов с последующей корректировкой деталей и соединений;
- оформление конструкторской документации и пояснительной записки;
- защиту курсового проекта.

Значительная часть расчётов выполняется студентами в двух вариантах - вручную и автоматически, с помощью компьютера. Используемые программы расчёта весьма формализованы и требуют лишь ввода исходных данных, не требуя глубокого проникновения в существо выполняемых расчётов. Учебный эффект при таком подходе достигается, во-первых, за счёт того, что «ручные» расчёты требуют осознанного подхода к применяемой методике, во-вторых, за счёт того, что автоматическое проектирование передач с изменёнными исходными данными позволяет сравнивать различные варианты расчётов и делать определённые выводы относительно влияния исходных данных на размеры и прочность передач.

Львиную долю времени при курсовом проектировании – 80-100 часов – занимает самостоятельная работа. Индивидуальные консультации преподавателя составляют в соответствии с учебным планом 4 академических часа на одного студента. В ходе самостоятельной работы студент выпускает сборочный чертёж редуктора обычно на двух листах формата А1, три-четыре рабочих чертежа деталей и пояснительную записку.

Можно предложить большое количество вариантов применения компьютерных технологий в курсовом проектировании. Рассмотрим некоторые из них.

Самостоятельное проектирование.

К 6-му семестру практически все студенты либо обзаводятся собственным компьютером, либо ищут возможность доступа к нему. В этих условиях весьма заманчивым является такой переход к компьютерному проектированию, при котором методика проведения занятий для преподавателей практически не изменяется: те же практические занятия, те же консультации. С той лишь разницей, что студенты графическую работу самостоятельно выполняют на ПЭВМ в одном из чертёжных редакторов, а преподавателю приносят для проверки распечатанные фрагменты конструкции. Окончательные чертежи редуктора и отдельных деталей выводятся студентом на плоттер и представляются на защиту.

Формально такой подход позволяет практически одновременно перейти для всех студентов к «новым компьютерным технологиям проектирования». В действительности, такое внедрение информационных технологий мало способствует совершенствованию подготовки специалиста и организации учебного процесса. По-существу, кульман заменяется на «электронный кульман» и единственно, что приобретает студент при таком подходе, навыки работы с чертёжно-графическим редактором. Но весьма вероятны и существенные потери: необычайная лёгкость копирования как текстовых, так и графических файлов быстро приводит студентов к мысли заимствовать ранее выполненные их коллегами разработки и при минимальных доработках получать готовый проект.

Понятно, что указанные в начале раздела задачи курсового проектирования в этом случае не достигаются. Вряд ли такой подход можно считать прогрессивным.

Контролируемая работа студентов под руководством преподавателя.

Такая методика, отработанная на нескольких экспериментальных группах, вероятно, представляет собой другой крайний случай применения компьютерных технологий, при котором самостоятельная работа студентов, в истинном смысле этого слова, заменяется на контролируемую работу студентов под руководством преподавателя.

Для выполнения курсового проекта по экспериментальной методике выбиралось ограниченное количество студентов – одна учебная группа в год. Все они достаточно уверенно владели средствами компьютерной графики, текстовым редактором Word. Ставилась задача провести курсовое проектирование фактически по безбумажной технологии – все разработки выполнять и сохранять на ПЭВМ и только окончательные варианты документов выводить на бумажные носители.

Содержание работ в 5 семестре практически не изменялось с той лишь разницей, что эскизный проект редуктора разрабатывался на компьютере в чертёжно-графической системе Компас, а домашнее задание, представляющее собой первую часть пояснительной записки, готовилось в текстовом редакторе Word.

В 6 семестре на курсовое проектирование затрачивалось:

- 2 часа в неделю аудиторных занятий по расписанию;
- 4 часа в неделю занятий в дисплейном классе машинной графики вне расписания на 3...16 неделях;
- 12 часов в неделю занятий в дисплейном классе машинной графики на 17...18 неделях (в период зачетной недели и сессии);
- 5 часов на прием защиты курсового проекта (примерно по 30 минут на одного студента) на 19 неделе.

В отличие от традиционной методики домашняя работа студентов над проектом в 6 семестре практически отсутствовала и сводилась к оформлению второй части пояснительной записки (4...6 часов).

Во время аудиторных занятий студентам давались, как обычно, разъяснения по методике курсового проектирования, рассматривались вопросы конструирования, проводились консультации. В пределах этих же часов выполнялись расчеты на ПЭВМ, обычно выполняемые студентами в рамках самостоятельной работы вне расписания.

В дисплейном классе каждый студент на закрепленной за ним ПЭВМ непосредственно занимался формированием конструкции редуктора под контролем преподавателя кафедры ОКМ. Необходимую литературу студенты частично приносили с собой, частично приносил преподаватель. Консультации в дисплейном классе в основном сводились к существу проекта и, частично, к работе с Windows, текстовым и графическим редакторами.

После каждого сеанса в дисплейном классе сформированные изображения записывались в директорию пользователя на жестком диске и копия – на дискету преподавателя, что обеспечивало полную сохранность информации.

В итоге сборочный чертеж редуктора (2 листа) выводился на принтер в уменьшенном масштабе на формате А3. Также на принтер выводились рабочие чертежи деталей. Все чертежи подшивались к пояснительной записке. Защита курсового проекта проводилась в дисплейном классе при наличии пояснительной записки и распечатанных чертежей. Защита принималась у экрана дисплея комиссией из преподавателей кафедры ОКМ и представителей деканата. На защите студенты демонстрировали в основном хорошие знания курса «Детали машин» и хорошее владение программным обеспечением.

Апробированная экспериментальная методика по сравнению с традиционным подходом имела ряд преимуществ:

- большой и устойчивый интерес студентов к выполнению курсового проекта на ПЭВМ. Посещаемость занятий превышала 95% (1 пропуск на 26 занятий);
- приобретение хороших и отличных навыков владения программным обеспечением;
- высокое качество проработки элементов, деталей, узлов конструкции;
- значительное сокращение объема рутинных работ по вычерчиванию однотипных деталей и узлов (болтов, гаек, подшипников и др.);
- отсутствие ограничений на формат чертежей;
- устранение упрощенных изображений, обычно допускаемых при традиционной методике;
- безукоризненное и одинаковое у всех студентов качество выполнения графических работ, обусловленное применением ПЭВМ и специализированной системы программ;
- освоение основ принципиально новой перспективной технологии проектирования изделий.

Вместе с тем апробированная методика имела и немалое количество недостатков:

- значительная перегрузка преподавателя;
- культивирование «иждивенческого подхода» студентов при решении задач курсового проектирования: постоянное наличие рядом преподавателя побуждало студентов при любом затруднении обращаться за его помощью, что не стимулировало самостоятельность и развитие творческих способностей;
- высокая сложность «вписывания» в учебный процесс большого количества дополнительных занятий в дисплейном классе, необходимость высвобождения преподавателя на период дополнительных занятий;
- серьезные проблемы с дополнительными консультациями для студентов, пропустивших занятия.

С учётом сказанного представляется нецелесообразным рекомендовать описанную методику для тиражирования в учебном процессе. Кроме того, при таком подходе, как и при полностью самостоятельной работе студентов, большие потенциальные возможности современных информационных технологий оказываются востребованными лишь в малой степени.

Перспективные подходы к курсовому проектированию.

Предложить на данный момент методику курсового проектирования с широким применением прогрессивных информационных технологий, позволяющую одновременно и достичь учебных целей курсового проектирования, и обеспечить не превышающую нормативной загрузку студентов и преподавателей, не представляется возможным. Для этого требуется проведение значительного количества педагогических экспериментов, существенное повышение уровня владения современным программным обеспечением как преподавателей, так и студентов.

Однако некоторые приёмы и частные методики компьютерного проектирования, которые будут полезны при разработке схемы выполнения курсового проекта с применением ПЭВМ, можно предложить и сейчас.

Один из основных приёмов компьютерного проектирования на предприятиях – широкое использование предыдущих наработок. Мощные возможности графических систем по редактированию ранее созданных изображений, а также возможность параметризации (автоматического изменения изображения при изменении параметров), позволяют порой в десятки раз ускорить выпуск документации. Очень заманчиво использовать подобные приёмы в практике курсового проектирования. Однако при этом следует проявлять известную осторожность. Одно дело – научить студентов приёмам редактирования и формированию параметрических компьютерных изображений, что в большей степени составляет предмет обучения на кафедрах, знакомящих студентов с чертёжно-графическими системами, другое – предоставить исходные файлы – шаблоны, которые в считанные часы могут быть приведены

студентом в соответствии с конкретными исходными данными курсового проекта – и проект готов. Если в промышленной практике это полезно и совершенно необходимо, то в учебной может принести большой вред. Действительно, быстро получив готовые чертежи по курсовому проекту, студент не достигнет решения основных задач, которые должны быть решены в процессе курсового проектирования: освоение арсенала методов проектирования и конструирования изделий, решение противоречивых конструкторских задач и др. Высокое качество проектной документации в этом случае подтвердит лишь высокое качество исходного файла – шаблона и умение студента работать с используемыми программными инструментами.

Налицо противоречие: с одной стороны необходимо предоставить студенту максимум информации – дать возможность просмотреть и проанализировать возможно большее количество вариантов решений по конструкции его редуктора, с другой – предоставив эту информацию, ограничить возможность её редактирования.

Современные программные и технические средства позволяют создавать, постоянно пополнять и совершенствовать базы данных конструкций деталей, их фрагментов, узлов, схем компоновки и готовых сборок. Имеется возможность создавать не только архивы плоских изображений, но и прекрасно воспринимаемые трёхмерные модели, демонстрировать последовательность процессов сборки узлов и редуктора в целом. При правильной организации работы использование этой информации студентами способно сократить время и повысить качество обучения.

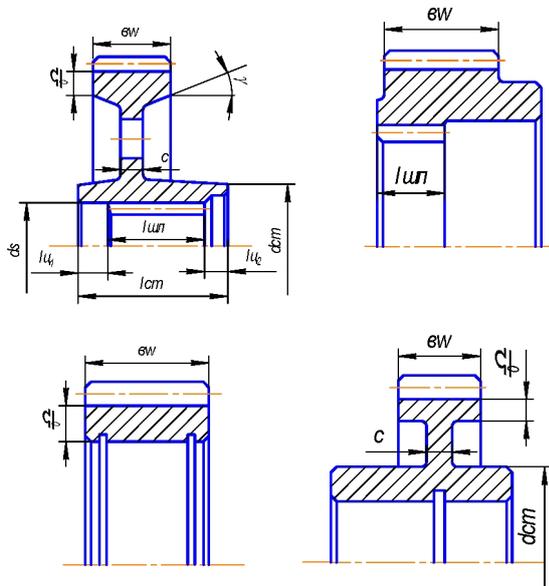
Преодоление обозначенного противоречия видится в широком использовании при курсовом проектировании растровых изображений, вторичных представлений 3D-моделей, видео-фильмов, накапливаемых в учебных базах данных. В отличие от векторных документов, которые создаются и редактируются в чертёжно-графических системах (файлы cdw, frw – 8 Компас; dxf, dwg – в Auto CAD; adm – в ADEM), растровые изображения (файлы jpg, bmp, tif и др.), по существу, представляют собой картинки, которые можно рассматривать, увеличивать, выводить на печать в качестве иллюстраций, но нельзя редактировать, изменять размеры и форму элементов. Высокая степень наполнения баз данных, правильная организация информации в них, предоставление удобных инструментов навигации и продуманная организация работы студентов с базой позволит обеспечить как ускорение процесса проектирования, так и повышение качества знаний.

Вопрос организации хранения информации и доступа к ней мы рассмотрим в разделе 5. Здесь же приведём примеры деталей, их элементов и узлов, которые могут сохраняться в базе данных, и способы работы с ними в ходе курсового проектирования.

Прежде чем приступать к разработке конструкции редуктора на основе эскизного проекта, студент сначала знакомится с различными примерами деталей и узлов, проводит их анализ, пытается предварительно выбрать конструктивные решения, которые могли бы быть использованы в выполняемом курсовом проекте. Традиционно студенты знакомятся с примерами конструкций авиационных редукторов по известным книгам и альбомам, например [1,2,3], а также по натурным образцам и плакатам в учебных аудиториях. В ходе компьютерного проектирования появляется дополнительная возможность познакомиться с примерами конструкций из базы данных (см., напр., рис.1), подробно рассмотреть их, при необходимости скопировать или распечатать заинтересовавшие фрагменты.

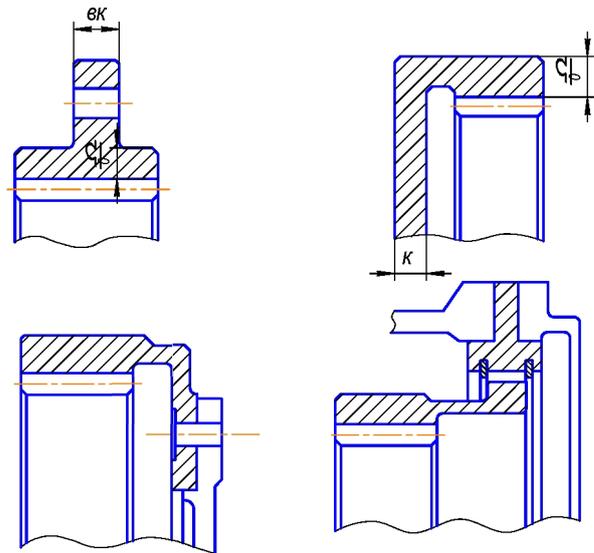
На рисунках 2,3,4,5 приведены примеры вариантов конструкций зубчатых колёс и рекомендации по выбору их конструктивных параметров.

Наличие в базе данных большого количества растровых изображений и комментариев к ним позволяет студенту ознакомиться с различными вариантами конструкций, подобрать подходящий, получить рекомендации по выбору параметров своей конструкции. Правильное структурирование информации и организация удобного и быстрого поиска в базе будут являться залогом того, что студент предпочтёт работу с учебной базой кафедры заимствованию файлов чертежей у своих коллег.



- Ориентировочные соотношения основных размеров колёс:
- а) толщина обода $b_w \approx (2,5 \dots 3,5)t$
 - б) толщина диска $c = (0,2 \dots 0,4)b_w$
 - в) диаметр ступицы $d_{\text{ст}} = (1,4 \dots 1,7)d_s$
 - г) длина ступицы $l_{\text{ст}} = (1,0 \dots 1,5)d_s$
 - д) длина шлиц ступицы $l_{\text{шл}} = (0,8 \dots 1,2)d_s$
 - е) длина центрирующих поясков ступицы $l_{\text{ц}1,2} = \frac{l_{\text{ст}} l_{\text{шл}}}{2}$
 - ж) штамповочные уклоны $\approx 0,7^\circ$

Рис. 2. Варианты конструкции и параметры цилиндрических зубчатых колёс внешнего зацепления



Ширина канавки "К" для вывода зуборезного долбяка

t , мм	1,5-2,5	2,5-4	4,25-5	5,5-6,5	7-9	10-12
K , мм	5	6	7	8	9	10

- а) корончатое колесо;
- б) зубчатое колесо внутреннего зацепления;
- в) неплавающее центральное колесо;
- г) плавающее центральное колесо.

Рис. 3. Варианты конструкции и параметры цилиндрических зубчатых колёс внутреннего зацепления

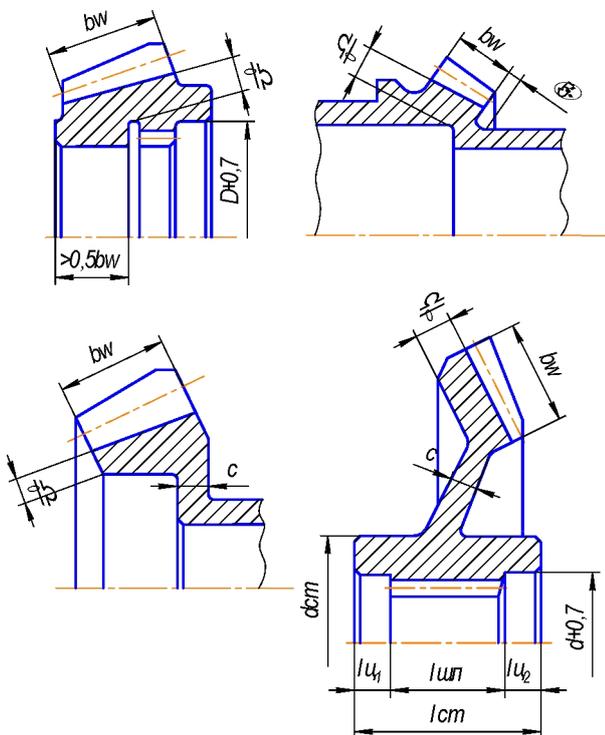


Рис. 4. Варианты конструкции и параметры конических зубчатых колёс внешнего зацепления

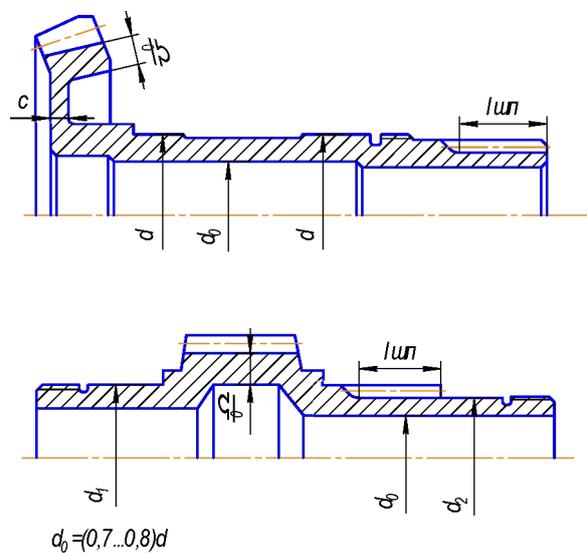


Рис. 5. Варианты конструкции и параметры валов-шестерён

Важнейшую роль в успешности внедрения информационных технологий играет организация быстрого и удобного доступа студентов к учебной базе кафедры. Идеальным вариантом организации такого доступа могло бы стать (и в недалёком будущем, вероятно, станет) использование Интернет/интранет – технологий. Некоторые достоинства их применения очевидны:

- возможность доступа к информации непосредственно с «домашнего» компьютера в любое удобное время, включая ночное;
- возможность организации удалённых заочных консультаций с преподавателем, когда необходимые студенческие разработки помещаются в персональный раздел базы данных студента, а преподавателю отправляется сообщение (или устанавливается соответствующая пометка в базе) с просьбой просмотреть материал и сделать необходимые замечания;
- проведение самоконтроля по различным учебным курсам (см. разд. 4).

Практическое использование Интернет/интранет – технологий – дело недалёкого будущего. Однако многие из описанных приёмов применения информационных технологий могут быть использованы уже сейчас. Действительно, возможно и необходимо создавать учебную базу растровых изображений, деталей, их элементов, узлов редукторов и примеров законченных конструкций. Наличие на кафедре дисплейного класса, компьютерной сети, мощных программных средств управления данными (см. разд. 5,6) позволяет отрабатывать методику курсового проектирования с применением элементов дистанционного обучения. Важная задача, которая решается сейчас и будет решаться и далее с возрастающей интенсивностью: расширение спектра программного обеспечения, применяемого в учебном процессе, совершенствование навыков владения им.

Наконец, важнейший вопрос – разработка и совершенствование методологии применения информационных технологий в курсовом проектировании. Некоторые из таких подходов рассматриваются в последующих разделах данного пособия.

2. ПОДГОТОВКА ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ В УСЛОВИЯХ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Рассматривая концепцию компьютерного проектирования авиационных редукторов, реализуемую в основном в ходе курсового проектирования, необходимо рассмотреть состояние и перспективы технологии подготовки студентами пояснительной записки.

Появление значительного количества ПЭВМ в общежитиях и квартирах студентов изменило их подход к оформлению пояснительных записок (ПЗ) к домашним заданиям, курсовым и дипломным проектам. Наличие мощных текстовых и графических редакторов сделало некогда неприятную процедуру оформления пояснительных записок значительно проще и интереснее. Отпечатанная на принтере записка перестала быть редкостью.

Такой подход со стороны студентов отражает ярко выраженные в промышленном проектировании тенденции к подготовке на компьютере полного комплекта всех текстовых документов. Коль скоро альтернатива подобному подходу отсутствует, то в стенах университета и, в частности, при подготовке ПЗ к курсовому проекту по деталям машин у студента должны быть сформированы соответствующие навыки. В настоящее время такие навыки целенаправленно не формируются и ситуация с подготовкой ПЗ с помощью компьютера далека от совершенства.

Типовые задания, а значит и типовые записки, быстро привели студентов к мысли «повышения эффективности» своего труда за счёт использования в качестве прототипа ПЗ ранее подготовленных их товарищами текстовых файлов. Такое неконтролируемое заимствование материалов порождает уже педагогическую проблему: не приобретаются необходимые навыки составления и оформления текстовых документов.

Попытаемся разрешить возникающее противоречие, установив цель по данному элементу обучения и наметив пути её достижения в новых условиях.

Педагогическая цель – научить студентов составлять и оформлять ПЗ – реализуется через решение ряда задач:

- составление структуры будущего текстового документа;
- связное грамотное изложение материала;
- оформление каждого из элементов ПЗ: титульного листа, реферата, содержания, введения, разделов основной части и др., оформление рисунков, таблиц, приложений.

Для реализации поставленной педагогической цели в условиях перехода к компьютерному проектированию требуются существенные изменения в организации учебного процесса.

Необходимо принять непростое принципиальное решение – официально предоставлять студентам готовые шаблоны – прототипы ПЗ и организовать быстрый и удобный доступ к ним. Пример фрагмента шаблона ПЗ приведен в приложении 1. Принятие такого решения облегчается тем, что студенты в ходе компьютерного проектирования де-факто давно используют в качестве таких шаблонов ПЗ своих товарищей, заимствуя вместе с чужими файлами и чужие ошибки. Подготовка таких шаблонов – серьезная методическая работа для кафедры, требующая решения и технических, и дидактических задач.

Целесообразно в качестве текстового редактора при подготовке ПЗ – шаблонов использовать либо широко применяемые MS Word, включающий специальные возможности для создания формул – MS Equation Editor, MathType, либо возможности текстовых редакторов графических систем. Мощные полиграфические возможности MS Word и текстовых редакторов графических систем позволяют легко отформатировать текст, выбрать подходящий шрифт, выделить заголовки, автоматически сформировать оглавление и пронумеровать страницы, подготовить таблицы и иллюстрации. И вместе с тем закрепить навыки работы с популярными текстовыми редакторами. Современные графические редакторы, в т.ч. Компас-График и его учебная версия Компас-График LT позволяют легко внедрять в текст ПЗ рисунки, эскизы, любые необходимые иллюстрации и при необходимости редактировать их непосредственно при работе с файлами ПЗ. В случае принятия предлагаемого подхода к составлению ПЗ необходимо включить в программы обучения соответствующих кафедр на 1-2 курсе разделы по освоению основ необходимых программных средств. Сохранность и организацию доступа к файлам – шаблонам несложно обеспечить в случае использования в учебном процессе PDM – системы (см. разд. 5).

Очевидно, что существуют опасения с предоставлением студентам файлов-шаблонов ПЗ не достичь педагогических целей, которые ставятся при подготовке ПЗ. Рассмотрим, как избежать этого при использовании компьютерных технологий.

Несмотря на достаточно высокую степень проработанности, шаблон представляет собой лишь заготовку ПЗ. Индивидуальность исходных данных, распределения передаточного отношения редуктора по ступеням, принимаемые совместно с преподавателем компоновочные решения приводят студентов к необходимости не только подставлять в приведенные в шаблоне формулы свои числовые значения, но и изменять сами формулы, например, при расчёте осевой нагрузки на конические роликовые подшипники в зависимости от их расположения и т.п. Требуется редактировать или заменять иллюстрацию в шаблоне: количество сателлитов в планетарной передаче, расчётные схемы валов и т.д.

Настоятельно рекомендуется предлагать каждому студенту подготовить сугубо индивидуальный раздел, связанный либо с анализом и обоснованием различных конструктивных решений (выбор расположения колёс относительно опор, выбор тех или иных типов подшипников и т.п.), либо реферативного плана (описание видов разрушения зубчатых колёс и подшипников, описание и выбор типа смазки, применяемые в разработанной конструкции способы охлаждения и оценка их эффективности), либо дополнительные расчёты (расчёт на прочность стакана, фиксирующего опорный подшипник вала винта и др.). Таких тем в рамках курсового проекта по деталям машин существует множество. Их индивидуальность не позволяет воспользоваться результатами чужой работы, требует самостоятельной разработки и изложения оригинальной темы. Кроме того, включение нового раздела требует редактирования структуры документа и отражается на содержании.

Наконец, универсальным приёмом восполнения возможных пробелов и контроля знаний студентов, требующихся при оформлении пояснительной записки, является разработка и применение соответствующих автоматизированных учебных курсов, целенаправленно контролирующей степень обученности по интересующим учебным элементам, например, знание требований к оформлению ПЗ.

При реализации изложенного подхода необходимо строго учитывать временные ресурсы студентов. Новый подход к подготовке ПЗ легко и естественно будет принят студентами, если позволит реально сократить затраты учебного времени. Можно ожидать, что это действительно произойдёт, и время, раньше затрачиваемое на подготовку текста, в большей степени будет израсходовано более продуктивно на изучение дополнительного материала, закрепление навыков использования соответствующих программных средств, осознанное изучение и закрепление правил оформления текстовых конструкторских документов.

3. ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Самое серьезное изменение, которое произошло в технологии промышленного проектирования с переходом к новым информационным технологиям – это внедрение трехмерного или 3D – моделирования деталей и сборок.

Современное программное обеспечение предоставило достаточно простые и весьма мощные средства, позволяющие коренным образом изменить подход к проектированию изделий. Если еще несколько лет назад переход к компьютерному проектированию фактически привел к изменению способа вычерчивания, заменив кульман на компьютер и превратив последний в электронный кульман, то использование средств компьютерного трехмерного моделирования качественно изменило подход к самому процессу проектирования изделий. При проектировании на плоскости, независимо от того, велось ли оно на кульмане или на компьютере, конструктор создавал новое изделие в виде комплекта документов, оформленного в соответствии с требованиями соответствующих стандартов. Изделие в пространстве рождалось только в виде материального объекта уже после изготовления и сборки всех его деталей и узлов. Только после этого изделие представало таким, каким оно должно было быть по замыслу конструктора. И путь от чертежей до реального изделия всегда был нелегким и непросто. Неточности и прямые ошибки в документации и расчетах в основном выявлялись в ходе изготовления, сборки и натурных испытаний. Только в этом процессе можно было увидеть истинную форму деталей и относительное расположение элементов – отверстий, канавок, фланцев и т.п., возможность собрать изделие так, чтобы выполнялись необходимые зазоры и натяги, чтобы детали не «внедрялись» одна другую и при движении «не мешали» одна другой.

С появлением и развитием средств 3D-моделирования стало возможным задолго до изготовления создать виртуальный образ изделия, проверить относительное расположение деталей и элементов, их «непересечение» в конструкции, выполнить моделирование кинематики движущихся частей. Наконец, современные и наиболее точные средства анализа прочности, жесткости и других критериев работоспособности, основанные на применении метода конечных элементов (МКЭ), используют в качестве исходной информации именно трехмерные модели.

С переходом к трехмерному моделированию изменился и порядок выпуска конструкторской документации на изделие. Конструктор сначала формирует трехмерные модели деталей, затем выполняет их виртуальную трехмерную сборку, размещая детали в пространстве одна относительно другой с соблюдением условий соосности, прилегания, угловой ориентации. В итоге получается трехмерная модель изделия, по виду практически не отличающаяся от реальной. Эту модель можно разобрать, моделируя процессы сборки-разборки, передать в системы МКЭ, выполнить ее разрезы по любым плоскостям, получить необходимые проекции. Именно с помощью проецирования, получения необходимых разрезов и сечений и осуществляется выпуск заготовок для традиционной конструкторской документации. В дальнейшем эти заготовки «обрастают» необходимыми размерами, обозначениями, техническими требованиями, элементами оформления чертежа, т. е. превращаются в

обычный конструкторский документ. Таким образом, исходной при проектировании изделий становится именно трехмерная модель, а конструкторская документация, получаемая на ее основе, является вторичной, а при изготовлении деталей на станках с ЧПУ с последующим использованием автоматизированных средств контроля может и вовсе оказаться невостребованной.

Понятно, что освоение столь перспективных технологий должно начинаться в стенах учебного заведения.

Переход к компьютерным технологиям проектирования при выполнении курсового проекта по деталям машин в прежнем объеме сулит определенное сокращение затрат времени студентов за счет широкого использования электронной базы данных деталей, узлов, конструкций, шаблонов пояснительных записок, более рациональной организации учебной работы. Высвобождающееся время можно и нужно использовать для освоения новых технологий проектирования и расчета.

Следует отметить, что приобретение навыков конструирования и выполнения традиционных расчетов, на наш взгляд, в незначительной степени зависит от того, каким способом выполняется проектирование на бумаге, с применением систем автоматизации чертежно-графических работ или с использованием средств трехмерного моделирования. В любом случае необходимые знания могут быть получены и навыки сформированы. Однако, выбирая способ выполнения проекта, следует учитывать, во-первых, что компьютерные технологии являются более продуктивными с точки зрения темпа и качества работ и более востребованными в реальном производстве, во-вторых, то что на данный момент опыт трехмерного моделирования в курсовом проектировании пока еще очень мал и явно недостаточен для подготовки эффективной технологии выполнения курсового проекта сложного авиационного редуктора полностью в 3D.

Вышеизложенное позволяет предложить следующую стратегию курсового проектирования, с одной стороны опирающуюся на уже накопленный опыт, с другой – содержащую элементы вероятного будущего перехода к 3D-моделированию. Конструкторская документация в ходе курсового проектирования создается средствами чертежно-графических систем, после чего на один из узлов редуктора студентом разрабатывается 3D – модель, а по одной из деталей выполняется расчет на прочность с применением метода конечных элементов.

При наличии плоского компьютерного изображения узла редуктора с проработанными конструктивными решениями создание его трехмерной модели в основном представляет техническую работу, требующую фактически лишь знаний средств трехмерного моделирования.

Для реализации такой технологии студент, приступающий к выполнению курсового проекта, должен уже владеть навыками компьютерного черчения и трехмерного моделирования, владеть основами расчета по МКЭ.

4. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ И ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО ДЕТАЛЯМ МАШИН

Переход к компьютерным технологиям обучения неизбежно сопровождается гораздо большей, чем при традиционном подходе, формализацией и автоматизацией учебных процедур. Именно это и позволяет снизить затраты времени студентов на проектирование, повысить точность расчётов и качество оформления документации. Вместе с тем, как указывалось, при этом существенно повышается риск не достичь перечисленных ранее учебных целей курсового проектирования, дискредитировать основную идею применения компьютера как средства повышения эффективности усвоения знаний и развития умений учащихся. Действительно, при традиционной методике для выполнения какого – либо этапа проектирования студент должен использовать учебную и учебно–методическую литературу, либо самостоятельно формировать последовательность расчётов, либо использовать алгоритмы, предложенные в методической литературе. В любом случае это требует значительной глубины проникновения в существо используемых алгоритмов и формул. Чем выше степень автоматизации процедуры проектирования, тем ниже требования к пониманию содержания учебной дисциплины. В

пределе, можно представить себе такую автоматизированную систему проектирования редукторов, которая требует лишь ввода исходных данных и нажатия кнопки «Enter», всё остальное, включая выпуск чертежей и пояснительной записки, подобная САПР выполняет без участия студента. Технически в рамках учебных курсовых проектов реализация такой САПР – хотя и трудоёмкая, но совершенно реальная задача. Однако к числу «учебных» такую САПР отнести было бы никак нельзя, т.к. именно обучение, как процесс получения знаний, приобретения и закрепления навыков, в этом случае совершенно отсутствует.

Чтобы избежать такой «автоматизации обучения», можно предложить два дополняющих друг друга метода:

- 1) проведение вариантных расчётов с целью определения взаимосвязи входных параметров и результатов проектирования, оптимизации конструкции по каким-либо критериям;
- 2) применение системы предварительного и промежуточного (в ходе выполнения текущей работы) контроля знаний, например, в виде автоматизированных обучающих систем [4,5,6].

Первый из этих методов может быть реализован на основе применения широко известного в среде специалистов по деталям машин отечественного комплекса АРМ WinMachine[7]. Имеющиеся в составе комплекса программы позволяют с высокой степенью автоматизации выполнить расчёты и проектирование практически всех применяемых в курсовом проекте видов соединений и передач, наглядно проиллюстрировать результаты проектирования. К сожалению, закрытость системы не позволяет преподавателям и учащимся вносить какие-либо изменения в методику расчётов, состав исходных данных и форму представления результатов, что существенно ограничивает область применения как WinMachine, так и прочих подобных систем.

Остановимся более подробно на втором методе, как важнейшей, на наш взгляд, составной части компьютерных технологий.

Основная идея этого метода состоит в том, чтобы оценить и при необходимости довести до необходимого уровня знания учащихся по изучаемому разделу или этапу проектирования путём применения системы тестов, предоставления необходимых электронных учебных материалов. В случае констатации достаточного уровня знаний студента он может быть допущен до автоматического выполнения необходимых расчётов или иных учебных действий (подготовка пояснительной записки на основе файла – шаблона (см. разд. 2), допуск к базе данных деталей и узлов редуктора и т.п.)

Этот же метод целесообразно применять для предварительного – до начала выполнения курсового проекта – контроля знаний.

Обучение любому предмету будет иметь достаточную эффективность только в том случае, когда учащийся обладает необходимым минимумом знаний, на которых базируется изучаемый предмет. Так, для изучения курса «Детали машин» студент должен обладать знаниями по черчению и материаловедению, математике и теоретической механике, сопротивлению материалов и ТММ. Знание уровня обученности по этим дисциплинам позволяет адаптировать учебный процесс к особенностям данного контингента учащихся, организовать необходимые корректирующие воздействия: дополнительные занятия, рекомендации (и требования) ряду студентов провести самостоятельные занятия, пройти тренаж. Кроме того, проверка знаний по ранее изученным дисциплинам, по сути дела, является проверкой «выживаемости» знаний и несёт в себе много полезной информации для преподавателей соответствующих кафедр.

Важную роль играет промежуточный контроль. Перед каждым этапом проектирования, степень автоматизации которого не позволяет добиться необходимого учебного эффекта, целесообразно проводить автоматизированную оценку знаний и дообучение студентов.

В качестве технологического средства электронного обучения и контроля можно рекомендовать широко распространённую в университете и нашедшую применение на кафедре «Основы конструирования машин» авторскую систему подготовки электронных учебных материалов –КАДИС [6].

Отличительными особенностями инструментария системы КАДИС являются его четкая дидактическая основа, простота и доступность в использовании, возможность создавать системы

поддержки обучения различного уровня от простейших компьютерных тестов для контроля знаний до многокомпонентных мультимедийных комплексов, обеспечивающих поддержку обучения от первого знакомства с учебным материалом до решения учебных задач исследовательского характера, поддержка Интернет/интранет – технологий.

Еще один важный отличительный аспект системы КАДИС - открытость учебных материалов. Все мультимедиа объекты УМК открыты и доступны в общепринятых форматах. Это позволяет пользователям УМК КАДИС (преподавателям и учащимся) использовать фрагменты учебных текстов, графику, анимацию, видео для своих собственных методических и учебных разработок.

Подготовка автоматизированных учебных курсов (АУК) предполагает ряд этапов:

1. Постановка цели контроля и установление требуемого уровня обученности по каждому из рассматриваемых разделов.
2. Составление плана теста (выделение базовых понятий по темам, раскладка количества вопросов по темам, установление способа выборки вопросов – по одному или группой и т.д.). Составление вопросов и альтернатив.
3. Подготовка текстового и графического материала с помощью инструментальных средств КАДИС.
4. Экспериментальное опробование теста экспертами – преподавателями. Анализ результатов. Совершенствование и отбраковка вопросов и альтернатив – ответов. Внедрение в учебный процесс.

В качестве примера автоматизированного учебного курса можно назвать АУК по теме зубчатые передачи. Данный АУК содержит помимо учебного материала тесты – лестницы для последовательного контроля знаний студентов на двух уровнях – первом (уровень узнавания) и втором (уровень применения) [8]. На рисунке 6 приведён пример вопроса и возможных альтернатив – ответов для теста на опознавание I уровня, а на рисунке 7 – пример вопроса для конструктивного теста II уровня.

АУК «Зубчатые передачи» с успехом заменяет одноимённую контрольную работу. После его прохождения студент может быть допущен к выполнению расчётов зубчатой передачи редуктора по своим исходным данным с помощью программы на ПЭВМ.

5. PDM–СИСТЕМА КАК СРЕДА ХРАНЕНИЯ УЧЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ И СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

Учебный процесс вообще и курсовое проектирование в частности сопровождается большим количеством разнообразных документов. С переходом к информационным технологиям в учебном заведении всё большая часть таких документов готовится с помощью компьютеров: списки учебных групп, расписание занятий и пр. В рамках курсового проектирования это задание на проектирование, исходные данные и результаты различных расчётов, чертежи и пояснительные записки, результаты промежуточных контрольных точек, итоговые оценки. Сейчас вся эта информация, даже подготовленная в виде электронных файлов, рассеяна по компьютерам учебного персонала кафедры и деканата, персональным ЭВМ студентов и преподавателей, компьютерам в дисплейных классах.

Такой способ хранения информации не позволяет выполнять её централизованную обработку, организацию коллективного доступа, делает информацию слабо защищенной от потерь.

В последние годы интенсивно развиваются сетевые (для Интернет/интранет) системы управления обучением (Learning Management System –). Укажем некоторые из них: IBM LMS, Top Class, WebCT, ИОС ОО РГИООБ ДО ОН-ЛАЙН, СДО ПРОМЕТЕЙ и др.

Создание и организация применения единого централизованного (по крайней мере, в рамках кафедры) электронной среды позволяет коренным образом изменить ситуацию. В качестве эффективных средств организации такой среды наряду с LMS могут выступать современные PDM – системы (Product Data Management – управление данными об изделии).

Вопрос 21

Какие из передач, представленных на рисунке, относятся к зубчатым:

- 1,2 – цилиндрические; 3 – зубчатым ремнем;
- 4 – шевронная; 5 – реечная;
- 6 – коническая; 7 – цепная;
- 8 – планетарная ?

Количество ответов – 8

Ответ 1

1,2 – цилиндрические; 3 – зубчатым ремнем; 4 – шевронная;
5 – реечная; 6 – коническая; 7 – цепная; 8 – планетарная.

Ответ 2

1,2 – цилиндрические; 4 – шевронная; 5 – реечная; 6 – коническая.

Ответ 3

1,2 – цилиндрические; 6 – коническая; 8 – планетарная.

Нажмите клавишу с номером выбираемого ответа

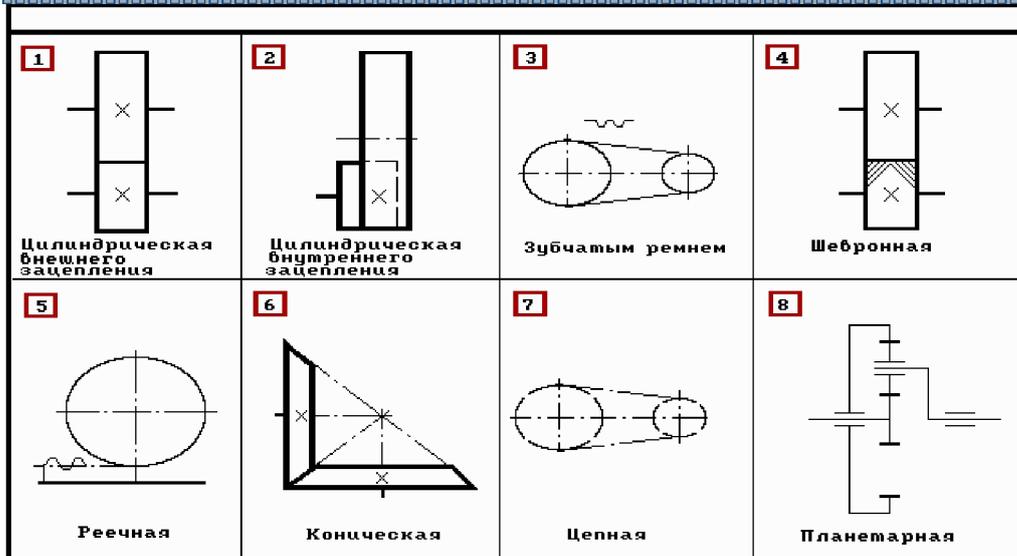


Рис. 6. Фрагмент теста на опознавание 1-го уровня

Вопрос 33

Определить делительное межосевое расстояние косоугой цилиндрической передачи внешнего зацепления, если нормальный модуль $m_n = 3$ мм, число зубьев $z_1 = 25$, $z_2 = 42$ и угол наклона зуба на делительном цилиндре $\beta = 15^\circ 40'$.

Количество ответов – 4

Ответ 1

$a = 100.5$ мм;

Ответ 2

$a = 208.76$ мм;

Ответ 3

Нажмите клавишу с номером выбираемого ответа

Рис. 7. Пример теста второго уровня

Основные функции таких систем:

- структурированное и надёжное хранение любой учётной, организационной, справочной, конструкторской информации – списков, ведомостей, текстовых файлов, векторных и растровых изображений, трёхмерных моделей объектов и т.д., и т.п.
- возможность оперативного поиска информации и выпуска различных сводных отчётов на основе т.н. атрибутов – характеристик, сохраняемых в архиве объектов, которые могут быть представлены строкой символов, текстом, изображением, целым или действительным числом. Количество атрибутов у объектов архива – практически не ограничено;
- обеспечение разграничения прав доступа к информации для различных пользователей или групп пользователей: кто-то может создавать, уничтожать, редактировать состав и содержание объектов; кто-то – только просматривать, копировать и распечатывать их; кто-то вовсе не допущен даже к просмотру объектов.

Подобные электронные архивы могут быть организованы как на отдельных компьютерах, так и в компьютерных сетях, в т.ч. с возможностью доступа посредством Интернет/интранет.

В данном пособии мы не будем затрагивать вопросы создания собственно среды функционирования, такие как технические требования к аппаратному и программному обеспечению, установка PDM – системы, создание конфигурации PDM – системы, определяющей структуру сохраняемой информации, начальное наполнение баз данных. Обратим внимание на эксплуатацию электронного архива в ходе курсового проектирования.

При работе с электронным архивом можно выделить ряд ролей, которые будут «исполняться» различными участниками процесса: администратор, оператор, студент, преподаватель, руководитель. Рассмотрим их основные функции.

Администратор

- поддерживает PDM – систему в работоспособном состоянии;
- назначает права доступа к информации остальным группам пользователей;
- обеспечивает резервное копирование информации и при необходимости её восстановление;
- готовит программы формирования сводных отчётов, содержащих в нужном виде выбранную и обработанную информацию из базы данных электронного архива;
- при необходимости дорабатывает базовые функции PDM – системы.

Оператор

- вводит в электронный архив необходимую информацию: списки учебных групп, списки преподавателей с указанием закреплённых групп (подгрупп), атрибутивную информацию по заданию преподавателя или руководителя, рабочие материалы студентов (в случае организации работы студентов с архивом не напрямую, а через оператора);
- подготовку необходимых отчётов по текущему и итоговому состоянию курсового проектирования, результаты статистической обработки данных за указанный период;
- обеспечивает вывод на бумагу текстовых и графических документов, подготовленных студентами (в случае организации централизованного вывода информации).

Студент

- пользуется размещённой в электронном архиве справочной, нормативной информацией, образцами деталей, узлов и конструкций, шаблонами пояснительных записок и т.д.;
- помещает сам или через оператора в свой раздел архива рабочие материалы по проекту и редактирует их;
- запускает средствами PDM – системы программы расчёта и контроля знаний с автоматическим помещением результатов в электронный архив.

Преподаватель

- назначает для каждого студента в виде атрибута шифр задания на курсовой проект;
- просматривает и редактирует рабочие материалы студентов в электронном архиве;
- заносит результаты промежуточного контроля, например, процент выполнения курсового проекта и оценку выполненного курсового проекта.

Руководитель

- отслеживает средствами PDM – системы состояние дел по курсовому проекту по интересующим выборкам – по учебной группе, факультету, преподавателю, шифру задания и т.п.;
- имея доступ к рабочим материалам студентов и «истории» их создания, осуществляет контроль за правильностью организации работы, принимаемым конструктивным решением;
- получает необходимые сводные отчёты.

Рассмотрим один из возможных вариантов организации работы с PDM–системой в ходе курсового проектирования авиационных редукторов. Будем исходить из того, что необходимая начальная информация уже помещена в электронный архив: введены списки групп и преподавателей, задания на курсовое проектирование – кинематические схемы редукторов и исходные данные на их проектирование, растровые изображения примеров деталей узлов, элементов конструкций и пр.

В начале работы каждый студент получает пароль на право полного доступа (право создавать, редактировать и удалять данные и файлы) к своему разделу информации в электронном архиве и право доступа «по чтению» (без права изменения) к справочной и другой общей информации.

В дальнейшем все этапы проектирования отражаются в PDM–системе: студент сам или через оператора помещает в личный раздел варианты эскизного проекта, проработки деталей и узлов, результаты расчётов. Информация о том, что помещённые в архив материалы нуждаются в контроле со стороны преподавателя, также отображается в архиве в виде состояния файлов (например, состояние «Для контроля») или с помощью специальных отметок-флагов, присваиваемых материалам, которые требуют согласования с преподавателем.

Преподаватель средствами PDM–системы может лично или через оператора получить перечень и содержание файлов «Для контроля», выполнить их редактирование специальными средствами графического редактора («красный карандаш»), позволяющими делать необходимые пометки, не затрагивая содержания исходного документа, подобно тому, как делаются пометки на кальке, положенной поверх чертежа. Такой способ проверки не требует личного контакта преподавателя и студента. Результаты изменений помещаются в архив преподавателем лично (в т.ч. в перспективе с помощью Интернет/интранет -технологий) или через оператора и далее обрабатываются студентом.

Понятно, что такой заочный способ общения не заменяет и не отменяет традиционных консультаций «лицом к лицу», но позволяет сократить потери времени студентов на ожидание консультаций в аудитории, предоставляет больший манёвр преподавателю в планировании личного времени, повысить оперативность обмена информацией.

Сводная информация в любой момент времени и по любой группе пользователей может быть получена преподавателем или руководителем для оперативного контроля состояния работ, получения необходимых отчётов, корректирования учебного процесса.

Направления применения PDM–системы, лишь обозначенные в данном разделе, безусловно, нуждаются в дальнейшей проработке, детализации, технической реализации, требуют заметного изменения существующего порядка работы преподавателей и студентов, но сама необходимость использования новых информационных технологий как одного из эффективных инструментов организации учебного процесса, их востребованность в недалёком будущем не вызывает сомнений.

6. ВЫБОР ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПОДДЕРЖКИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Описанные в предыдущих разделах подходы и приёмы использования информационных технологий в курсовом проектировании авиационных редукторов могут быть реализованы с помощью различных программных инструментов. Например, в качестве PDM-систем могут использоваться такие известные зарубежные и отечественные разработки, как Smarteam, ЛОЦМАН, Serch, SWR PDM, PartY и др. И если текстовому редактору MS Word трудно найти альтернативу, то среди чертёжно-графических систем и систем 3D-моделирования выбор сделать сложнее. Здесь и Inventor с AutoCAD, и Компас-График с Компас 3D, и комплекс программ компании TopСисемы – T-Flex, и ADEM, и целый ряд других систем, которые достаточно широко распространены как в промышленности, так и в высшей школе.

Представляется целесообразным при выборе тех или иных систем опираться на определённые достаточно очевидные критерии. Назовём основные, на наш взгляд, из таких критериев.

1. *Комплексность.*

Весьма желательно, чтобы выбранные программные средства обеспечивали возможность беспрепятственного и корректного обмена данными: возможность передачи информации о 3D-моделях в чертёжно-графические редакторы и обратно; возможность формирования и использования 2D и 3D библиотек параметрических и дискретных моделей, графических фрагментов, элементов деталей и их изображений; возможность быстрого помещения информации в электронный архив, поиска и извлечения нужных данных и в нужной форме из этого архива.

2. *Простота освоения и мощность функционала.*

В известной степени – это противоречивые требования: большие и разнообразные возможности объективно влекут за собой разветвлённость и сложность интерфейса. Нечасто можно встретить системы, сочетающие в себе мощный функционал и прозрачный понятный интерфейс. В качестве примера удачного сочетания этих требований можно назвать широко распространённую с мире систему - SolidWorks.

Однако по этому же критерию обычно с трудом проходят системы иностранного производства, далеко не всегда полно и точно переведённые на русский язык, обычно не имеющие подробной, особенно методической документации.

3. *Поддержка отечественных стандартов оформления документации.*

Один из самых нелюбимых как студентами, так и инженерами этапов работ – оформление документов в соответствии с требованиями многочисленных стандартов. Кто не задумывался над тем, какого размера начертить знак шероховатости, в каком месте, каким шрифтом и во сколько строк написать параметры этой шероховатости, не нарушив ЕСКД? Как нанести на сложном чертеже многочисленные размеры, обозначения, технические требования ссылки на различные изображения на многолистовых чертежах? И т.д., и т.п. По этому критерию хорошая система SolidWorks, увы, не выдерживает критики и оформление в ней сложных чертежей в точном соответствии с ЕСКД, мягко говоря, затруднительно.

4. *Стоимость программного обеспечения.*

Применение лицензионного программного обеспечения в учебном процессе - а только о таком ПО и можно вести сейчас речь, не опасаясь нарушить законы РФ и обеспечив необходимую надёжность функционирования комплексов – весьма затратная статья.

Стоимость импортных, да и части отечественных систем, даже имеющих относительно недорогие версии для учебных целей, оказывается далеко за рамками финансовых возможностей учебных заведений. Это положение усугубляется необходимостью периодического обновления программного обеспечения, стоимость которого обычно составляет 25-30% от стоимости начального оснащения.

5. *Распространённость.*

Распространенность систем в промышленности и среди учебных заведений, конечно, является важным критерием их выбора. Весьма заманчиво в стенах вуза давать студентам навыки работы с программным обеспечением, с которым они с большой вероятностью встретятся в будущей работе. Сам факт широкого распространения систем является залогом их функциональности и надёжности.

Анализ конкурирующих систем по совокупности приведенных критериев даёт убедительное преимущество комплексу программ производства отечественной компании АСКОН.

Комплекс состоит из нескольких основных компонентов:

- ядро комплекса — система управления инженерными данными и жизненным циклом изделия корпоративного уровня ЛОЦМАН:PLM, предназначенная для хранения информации и работы с ней;
- информационная платформа — это набор единых баз данных (справочников) серии ЛОЦМАН, к которым обращаются остальные компоненты комплекса. К справочным относятся данные о материалах и сортаментах, данные о стандартных изделиях, данные по единицам измерений и т.д.
- системы автоматизации конструкторской деятельности КОМПАС-3D и КОМПАС-График;
- системы автоматизации технологической подготовки производства КОМПАС-Автопроект и ВЕРТИКАЛЬ, включающие дополнительные модули технологических расчетов, формирования отчетов и т.д.
- множество дополнительных специализированных САПР и библиотек.

Использование такого комплекса позволяет расширить сферу его применения от компьютерной поддержки дисциплины «Начертательная геометрия и графика» на первом курсе до освоения «Организации производства» на последнем, органично вписать в эту цепочку освоение основ конструирования машин и курсовое проектирование авиационных редукторов.

Представим краткую информацию по отдельным компонентам комплекса в свете его применения для учебного процесса, дающую некоторое представление об их возможностях.

Система ЛОЦМАН:PLM

ЛОЦМАН:PLM обеспечивает накопление данных о результатах проектирования, обмен информацией между участниками учебного процесса курсового проектирования. В электронном архиве ЛОЦМАН:PLM могут храниться рабочие материалы студентов, версии документов, коррективы преподавателей, сводные ведомости и т.п.

Основные преимущества и функциональные возможности системы ЛОЦМАН:PLM

- Высокая масштабируемость и отказоустойчивость.
- Высокопроизводительная и устойчивая работа при одновременном подключении большого количества пользователей.
- Надежная защита данных. Хранение всего комплекса информации на защищенных серверах с разграничением прав доступа к каждому конкретному объекту (документу).
- Поддержка версий объектов и документов.
- Возможность работы с базами данных Microsoft SQL Server и Oracle.
- Возможность хранения документов как внутри базы данных, так и в файловой системе.
- Тесная интеграция с едиными справочными базами данных, использование информации о материалах и сортаментах, стандартных изделиях и т.д.
- Широкие возможности функционального расширения. Система предоставляет большой набор функций API, позволяющих специалистам предприятий самим создавать дополнительные программные модули, расширяющие возможности системы.
- Удобное представление данных.
- Импорт в базу данных ЛОЦМАН:PLM информации об объектах (состав, атрибуты и взаимные связи) из документов, созданных в системах: КОМПАС; Unigraphics; SolidWorks; Solid Edge; Inventor; AutoCAD; Pro|ENGINEER Wildfire; CATIA.

- Работа с версиями составов и документов.
- Обмен файлами между ЛОЦМАН:PLM и КОМПАС-3D; КОМПАС-График; SolidWorks; программами Microsoft Office.
- Импорт информации из базы данных ЛОЦМАН:PLM в спецификацию КОМПАС-График.
- Гибкие настройки интерфейса с возможностью перенастройки (без программирования) для различных групп пользователей и типов документов.
- Просмотр, аннотирование и печать изображений, которые содержатся в документах ЛОЦМАН:PLM, без использования программных продуктов, в которых созданы файлы этих документов.

Система трехмерного моделирования КОМПАС-3D

Система КОМПАС-3D предназначена для создания трехмерных параметрических моделей деталей и сборочных единиц, содержащих как типовые, так и нестандартные, уникальные конструктивные элементы.

Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа.

Основные преимущества и функциональные возможности системы КОМПАС-3D

- моделирование изделий с целью создания конструкторской и технологической документации, необходимой для их выпуска (сборочных чертежей, спецификаций, детализовок и т.д.),
- моделирование изделий с целью расчета их геометрических и массоцентровочных характеристик,
- моделирование изделий для передачи геометрии в расчетные пакеты,
- создание изометрических изображений изделий (например, для составления каталогов, создания иллюстраций к технической документации и т.д.).

Детали.

Модель детали в КОМПАС-3D создается путем выполнения булевых операций над объемными элементами. Объемные элементы образуются путем заданного пользователем перемещения плоской фигуры ("эскиза") в пространстве. Эскиз изображается на плоскости стандартными средствами чертежно-графического редактора КОМПАС-ГРАФИК. В него можно перенести изображение из ранее подготовленного графического документа. Это позволяет при создании трехмерной модели опираться на существующую чертежно-конструкторскую документацию.

Дополнительные операции упрощают задание параметров распространенных конструктивных элементов — фасок, скруглений, отверстий, литейных уклонов, ребер жесткости.

В КОМПАС-3D доступны разнообразные способы копирования элементов: копирование по сетке, по окружности, вдоль кривой, зеркальное копирование, а также создание "зеркальных" деталей.

Сборки.

Модель сборки в КОМПАС-3D состоит из отдельных компонентов — деталей и подборок (которые, в свою очередь, также могут состоять из деталей и подборок). Проектирование сборки ведется "сверху вниз", когда каждая новая деталь моделируется на основе уже имеющихся деталей (обстановки) с использованием параметрических взаимосвязей или "снизу вверх", когда сборки создаются из отдельных деталей.

Кроме разработанных пользователем (уникальных) моделей, компонентами сборки могут быть стандартные изделия (крепеж, опоры валов и т.д.), библиотека которых входит в комплект поставки системы.

Взаимное положение компонентов сборки задается путем указания сопряжений между ними. В системе доступны разнообразные типы сопряжений: совпадение, параллельность или

перпендикулярность граней и ребер, расположение объектов на расстоянии или под углом друг к другу, концентричность, касание.

Для создания копий компонентов используются такие же операции, как для копирования формообразующих элементов детали - копирование по сетке, по окружности, вдоль кривой, зеркальное копирование.

Возможно выполнение различных операций с компонентами сборки: объединение двух деталей, вычитание одной детали из другой (в детали образуется полость, соответствующая форме другой детали, при этом возможно задание коэффициента масштабирования вычитаемой детали).

Сервис.

Кроме команд, непосредственно относящихся к построению трехмерной модели, в распоряжении пользователя находятся многочисленные сервисные возможности. Их использование позволяет управлять отображением модели, производить разнообразные измерения, расчет массоинерционных характеристик (объема, массы, координат центра тяжести, осевых и центробежных моментов инерции). При работе со сборкой доступна команда обнаружения пересечений компонентов.

Сборка может отображаться в "разобранном" виде. Направление и величина сдвига при разнесении задаются пользователем.

В обычном чертеже КОМПАС могут быть автоматически созданы ассоциативные изображения трехмерной модели (детали или сборки):

- стандартный вид,
- проекционный вид,
- вид по стрелке,
- разрез/сечение (простой, ступенчатый, ломаный),
- местный вид,
- выносной элемент.

Стандартные и проекционные виды автоматически строятся в проекционной связи (пользователь может разрушить эту связь в любой момент работы с документом). Все указанные изображения связаны с моделью: изменения в модели приводят к изменению изображения в ассоциативном виде.

По разработанной модели сборки можно автоматически получить ее спецификацию.

Чертежный редактор КОМПАС-График

КОМПАС-График предоставляет широчайшие возможности автоматизации проектно-конструкторских работ. КОМПАС-График может использоваться как полностью интегрированный в КОМПАС-3D модуль работы с чертежами и эскизами, так и в качестве самостоятельного продукта, полностью закрывающего задачи 2D-проектирования и выпуска документации.

Система изначально ориентирована на полную поддержку стандартов ЕСКД. При этом она обладает возможностью гибкой настройки на стандарты предприятия.

Средства импорта/экспорта графических документов (КОМПАС-График поддерживает форматы DXF, DWG, IGES) позволяют организовать обмен данными со смежниками и заказчиками, использующими любые чертежно-графические системы.

Весь функционал КОМПАС-График подчинен целям скоростного создания высококачественных чертежей, схем, расчетно-пояснительных записок, технических условий, инструкций и прочих документов.

Основные преимущества и функциональные возможности системы КОМПАС -График

- продуманный и удобный интерфейс, делающий работу конструктора быстрой и приносящей удовольствие,
- многолистовые чертежи,

- разнообразные способы и режимы построения графических примитивов (в том числе ортогональное черчение, привязка к сетке и т.д.),
- управление порядком отрисовки графических объектов,
- мощные средства создания параметрических моделей для часто применяемых типовых деталей или сборочных единиц,
- создание библиотек типовых фрагментов без какого-либо программирования,
- любые стили линий, штриховок, текстов,
- многочисленные способы простановки размеров и технологических обозначений,
- автоподбор допусков и отклонений,
- быстрый доступ к типовым текстам и обозначениям,
- встроенный текстовый редактор с проверкой правописания,
- встроенный табличный редактор.

КОМПАС-График автоматически генерирует ассоциативные виды трехмерных моделей (в том числе разрезы, сечения, местные разрезы, местные виды, виды по стрелке, виды с разрывом). Все они ассоциированы с моделью: изменения в модели приводят к изменению изображения на чертеже.

Стандартные виды автоматически строятся в проекционной связи.

Мощные функциональные возможности комплекса обеспечили его широкое распространение в промышленности и в высшей школе. По данным компании разработчика около трёх тысяч предприятий и более 500 учебных заведений являются пользователями программных продуктов АСКОН.

Наконец, изначально компания осуществляет целенаправленную поддержку учебных заведений. Выпущенные специально для применения в учебных целях, в т.ч. на домашних компьютерах, версии КОМПАС 3D LT и КОМПАС-График 3D LT и поставляемые в вузы по очень низким ценам профессиональные версии позволяют создать уникальную учебную среду, обеспечивающую возможность технической реализации всех огромных возможностей новых информационных технологий.

Список использованных источников

1. Авиационные зубчатые передачи и редукторы: Справочник/ Под ред. Э.Б. Вулгакова. М.: Машиностроение, 1981. – 374с.
2. Механические передачи вертолётов/ Л.Б. Бушмарин, П.П.Дементьев, Г.И.Июффе и др.; Под ред. В.Н.Кестельмана. – М.: Машиностроение, 1983. – 120 с., ил.
3. Вертолётные силовые установки// – Тр. ЦИАМ. Вып.611. 1974. – 223с.
4. Подготовка кадров в области САПР: Автоматизированные обучающие системы, учебно-исследовательские САПР и другие средства обучения: Библиографический указатель отечественной и иностранной литературы за 1984-1988гг. – М.: Центр. политехн. библ-ка, 1989. – 71с.
5. Ретинская И.В., Шугрина М.В. Отечественные системы для создания компьютерных учебных курсов//Мир ПК. 1993. №7. – С.55-60.
6. Соловов А.В. Проектирование компьютерных систем учебного назначения: Учебн пособие. – Самара: СГАУ, 1995. -138 с.
7. Шелюфаст В.В. Основы проектирования машин. – М.: Изд-во АПМ. - 473с.
8. Беспалько В.П. Основы теории педагогических систем. – Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1977.-303 с.

Приложение 1

Пример фрагмента шаблона пояснительной записки.

1. КИНЕМАТИЧЕСКИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РЕДУКТОРА

1.1. Определение общего передаточного отношения и распределение его по ступеням

Согласно заданию имеем частоту вращения валов:

$$n_{\text{вх}} = n_1 = \dots \text{ об/мин,}$$

$$n_{\text{вых}} = n_3 = \dots \text{ об/мин.}$$

Общее передаточное отношение редуктора:

$$U_{\text{ред}} = \frac{n_{\text{вх}}}{n_{\text{вых}}} = \frac{\dots}{\dots} = \dots$$

Согласно рекомендации /.../ передаточное число ... (цилиндрической, конической) ступени $U_1 = \dots$

Тогда для передаточного числа ... (цилиндрической, конической) ступени получим

$$U_2 = \frac{U_{\text{ред}}}{U_1} = \dots$$

1.2. Определение частот вращения валов редуктора

Частоты вращения входного и выходного валов заданы

$$n_{\text{вх}} = \dots \text{ об/мин,}$$

$$n_{\text{вых}} = \dots \text{ об/мин.}$$

Определяем частоту вращения промежуточного вала исходя из передаточного отношения

$$n_2 = \frac{n_1}{U_1} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ об/мин.}$$

Для выбранного передаточного отношения $U_2 = \dots$

$$n_3 = n_{\text{вых}} = \frac{n_2}{U_2} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ об/мин.}$$

1.3. Определение КПД ступеней и мощностей на валах

Так как передача работает с умеренными скоростями и повышенными нагрузками, то выбираем для всех зубчатых колес привода седьмую степень точности.

Для этой степени точности $\eta_u = \dots$; $\eta_k = \dots$

Мощности на каждом валу определяем по формуле

$$P_{s-1} = \frac{P_s}{\eta_s},$$

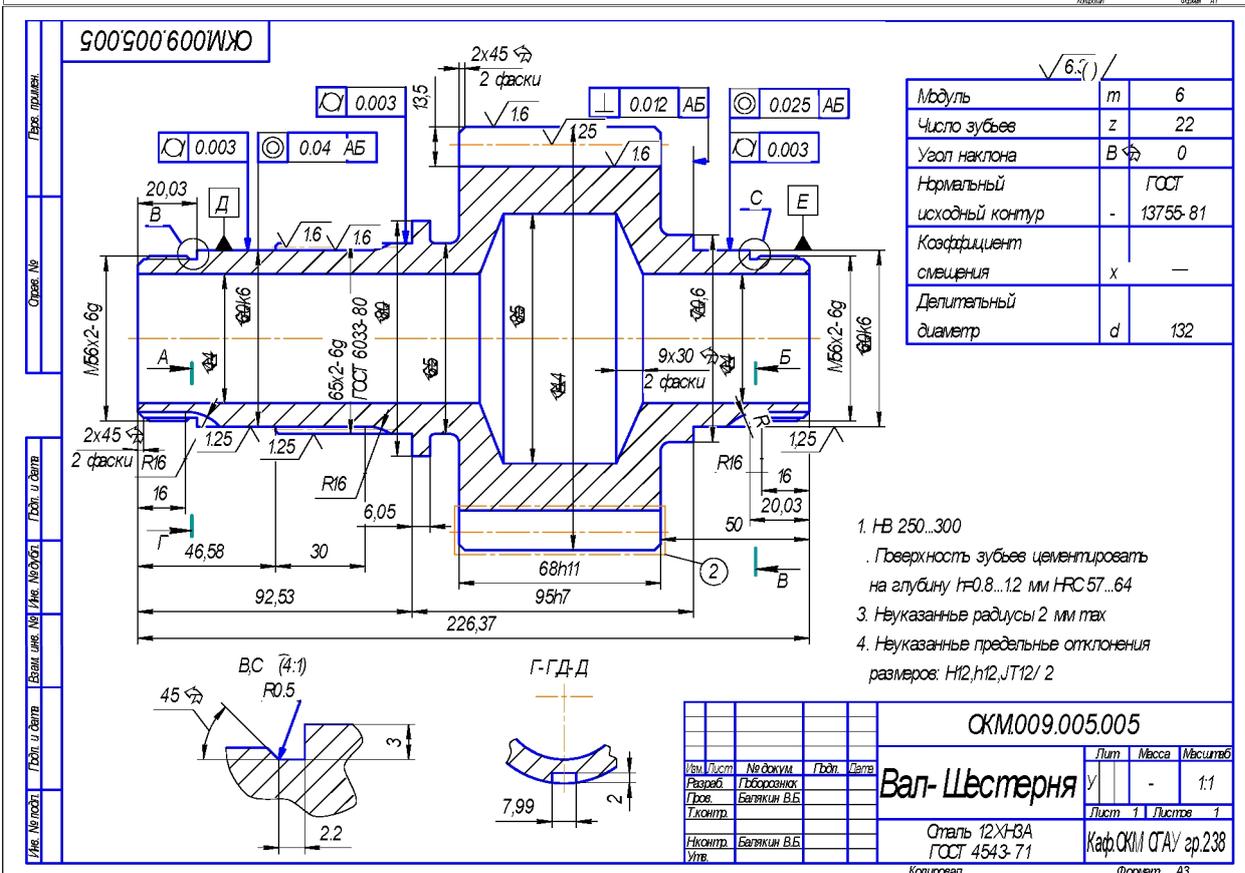
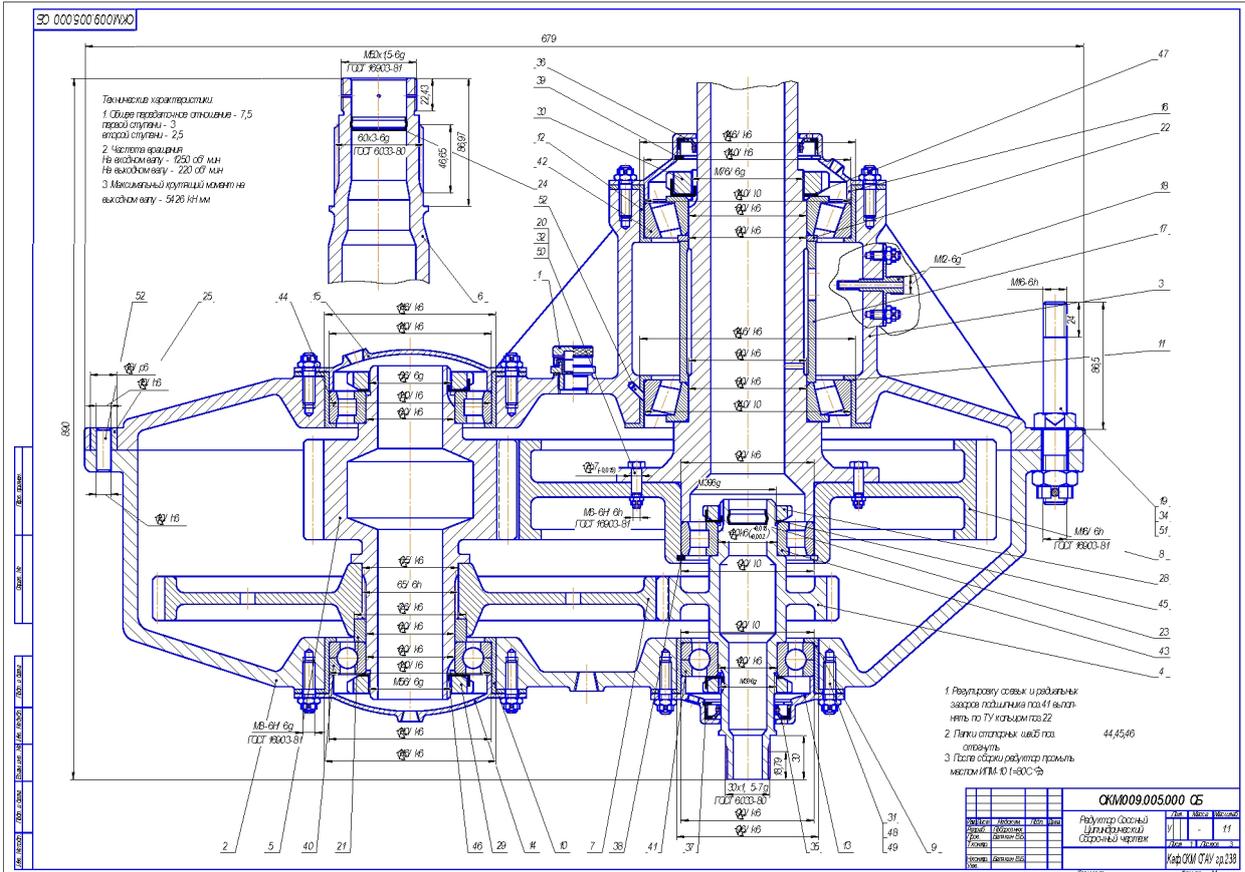
$$P_3 = P_{\text{вых}} = \dots \text{ кВт,}$$

$$P_2 = \frac{P_3}{\eta_k} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ кВт,}$$

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta_u} = \frac{\dots}{\dots} = \dots \text{ кВт.}$$

Приложение 2

Пример чертежей курсового проекта, выполненных на ПЭВМ



Учебное издание

*Васин Виталий Николаевич
Керженков Александр Григорьевич
Кожин Андрей Геннадьевич*

**КОНЦЕПЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
АВИАЦИОННЫХ РЕДУКТОРОВ**
учебное пособие

Редакторская обработка Н. С. К у п р и я н о в
Корректорская обработка Т. К. К р е т и н и н а
Доверстка К. А. А й т а л и е в а, О. Ю. Д ъ я ч е н к о

Подписано в печать 28.12.06. Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 3,25. Усл. кр.-отт. 3,3. Печ. л. 3,5
Тираж ____ экз. Заказ . ИП – 32/2006

Самарский государственный
аэрокосмический университет.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Изд-во Самарского государственного
аэрокосмического университета.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.