



Министерство образования и науки Республики Казахстан  
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова  
Кафедра «Транспортная техника и логистика»

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

по изучению

дисциплины «САПР технологических машин»

для студентов специальности 050724 – Технологические машины и оборудование

Павлодар



**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета металлургии,  
машиностроения и транспорта

\_\_\_\_\_ Токтаганов Т.Т.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г

Составитель: ст. преподаватель \_\_\_\_\_ Ставрова Н.Д.

Кафедра «Транспортная техника и логистика»

**Методические указания**

по изучению

дисциплины «САПР технологических машин»

для студентов специальности 050724 – Технологические машины и  
оборудование

**Рекомендовано** на заседании кафедры

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г., протокол №\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Ордабаев Е.К.

**Одобрено** учебно-методическим советом факультета металлургии,  
машиностроения и транспорта

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г., протокол №\_\_

Председатель УМС \_\_\_\_\_ Ахметов Ж.Е.

Значительный рост вычислительной мощности компьютеров и широкое распространение программного обеспечения проектирования и производства привели к тому, что инженеры могут использовать системы автоматизированного проектирования (САПР) для решения повседневных задач, а не только для подготовки наглядных иллюстраций. Международная конкуренция, увеличение числа опытных специалистов и повышенные требования к качеству заставляют владельцев предприятий автоматизировать проектирование и производство.

В рамках САПР технологических машин происходит практически реализация целей и идей автоматизации проектирования, которая является основным способом повышения производительности труда инженерно-технических работников, занятых проектированием. Проблема создания машин может быть решена только при наличии соответствующих инженерных кадров

Основная задача курса – ознакомить будущих специалистов с системами автоматизированного проектирования (САПР) машин и технологических процессов, современными разработками и основными направлениями развития автоматизированного проектирования металлургических машин и технологической подготовки их производства.

Для успешного освоения студентами дисциплины необходимы теоретические и практические знания, приобретенные в результате изучения дисциплины и, инженерная графика, основы конструирования машин, конструирование металлургических машин.

## **1 Организационно-методические указания**

### **1.1. Цели и задачи учебного курса**

В ходе достижения цели решаются следующие задачи:

– дать будущим специалистам знания в области систем автоматизированного проектирования (САПР) машин и технологических процессов, познакомить с современными разработками и основными направлениями развития автоматизированного проектирования металлургических машин и технологической подготовки их производства

### **1.2. Требования к знаниям и умениям, приобретаемым при изучении курса**

В результате изучения дисциплины студенты должны

#### **знать:**

– о принципах автоматизированного проектирования машин и технологических процессов в машиностроении;

– структуру и возможности современных САПР

#### **уметь:**

– использовать элементы систем автоматизированного проектирования при решении технологических и конструкторских задач;

– работать с базами данных, подсистемами и пакетами прикладных программ, формирующими системы автоматизированного проектирования машин и технологических процессов их изготовления.

### 1.3. Объем и сроки изучения курса

Курс «САПР технологических машин» общим объемом 135 часов (3 кредита) изучается в течение 4 семестра. Количество лекционных часов – 15 часов, на практические работы 15 часов, на лабораторные работы 15 часов, на самостоятельную работу отводится 90 часов

1.4. Основные виды занятий и особенности их проведения при изучении дисциплины

Программой курса предусмотрено чтение лекций и проведение практических, лабораторных занятий, а также проведение консультаций для всех видов выше указанных занятий

#### 1.4.1. Лекционные занятия

Лекционные занятия проводятся в объеме 15 часов в лекционных аудиториях в виде часовых занятий (четверг) одно занятие в неделю с 1 по 8 недели семестра

При проведении лекционных занятий, посвященных вопросам изучения конкретных САПР Компас, Компас Автопроект, может быть использовано специальное оборудование (персональный компьютер, оснащенный проектором с демонстрационным экраном).

#### 1.4.2. Практические работы

Практические работы проводятся в компьютерных классах в объеме 15 часов (по расписанию – вторник) 1 занятие в неделю.

1.4.3. Лабораторные работы проводятся в компьютерных классах в объеме 15 часов (по расписанию – вторник) 2 занятия в неделю.

#### 1.4.4. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа подразумевает подготовку студентов к лекционным и практическим занятиям, на основании материалов лекций и рекомендованных программой учебников и учебных пособий. Студент может самостоятельно доделывать практические работы по дисциплине, если он не успевает выполнить их в классе, так как процесс изучения новых программных средств достаточно трудоемок и требует самостоятельной работы в разном объеме у разных студентов

1.5. Взаимосвязь аудиторной и самостоятельной работы студентов при изучении курса

Теоретический материал, который студент слушает на лекциях, должен быть усвоен им в ходе подготовки к практическим работам, промежуточным и итоговым аттестациям. Для успешного выполнения практических работ необходимо усвоить материал тем: \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_.

### 1.6. Техническое и программное обеспечение дисциплины

Для проведения практических занятий и выполнения самостоятельной работы используется компьютерный класс (Б1-226), оснащенный персональными компьютерами Pentium IV с оперативной памятью не менее 128 Мбайт и памятью на жестком диске \_\_\_\_ Гбайт, установлено программное обеспечение: операционная система Windows XP, а также интегрированный пакет MS Office 2003, 2007, интегрированная система Mathcad, графический пакет T-Flex, Компас, Компас Автопроект.

### 1.7. Виды контроля знаний студентов и их отчетности по дисциплине

Баллы за каждую неделю (по видам занятий) выставляются по графику контрольных мероприятий текущей успеваемости, утвержденному на заседании кафедры (баллы проставляются в электронный журнал).

T1, T2.. – задания в тестовой форме (задания в тестовой форме с одним и более правильными ответами) проводятся по изучению 2-3 лекционных тем.

K1, K2... – рефераты (сдаются преподавателю на электронных носителях), оформленных по МИ ПГУ 4.01.3.09. Правила оформления учебной документации.

Текущий контроль за выполнением самостоятельной работы осуществляется преподавателем на лекциях и консультациях.

Рубежный контроль РК1, РК2 оценивается в 100 баллов каждый, проводится два раза в семестр (март, апрель). РК1 с 1 по 14 марта 2010г.; РК2 с 14 апреля по 2 мая 2010г.

Изучение курса завершается экзаменом, который включает проверку теоретических и практических знаний студента.

Экзамен (100 баллов) проводится по тестовым заданиям (программа Test Reader).

## 2. Содержание курса

### 2.1. Перечень тем лекционных занятий

#### Тема 1. Введение

Содержание курса. Автоматизация проектирования – неотъемлемая составляющая современного научно-технического прогресса.

Проектирование технических объектов без автоматизации требует чрезмерно больших временных и людских ресурсов.

#### Тема 2. Уровни, аспекты и этапы проектирования.

Проектирование технических объектов. Иерархические уровни описаний проектируемых объектов. Аспекты проектируемых объектов. Нисходящее и восходящее проектирование. Внешнее и внутреннее проектирование. Унификация проектных решений и процедур. Виды описаний проектируемых объектов и классификация их параметров.

#### Тема 3. Типовые проектные процедуры.

Классификация типовых процедур (задач) проектирования. Процедуры анализа и синтеза. Одновариантный и многовариантный анализ. Структурный и параметрический синтез. Типичная последовательность проектных процедур. Примеры маршрутов проектирования технических объектов. Режимы проектирования в САПР.

#### Тема 4. Математические модели

Требования к математическим моделям. Классификация математических моделей. Математические модели, относящиеся к микро-, макро-, и мета уровням. Методика получения математических моделей в процессе рабочих программ анализа. Формализация получения математических моделей систем(ММС).

#### Тема 5. Постановка и подходы к решению задач анализа.

Требования к методам и алгоритмам анализа. Математическая постановка типовых задач анализа. Анализ динамических процессов функционирования объектов, анализ статических состояний объектов, анализ частотных характеристик, анализ устойчивости, анализ чувствительности, статистический анализ. Выбор численных методов для решения задач анализа. Особенности постановки и решения задач анализа. Особенности постановки и решения задач анализа на мета уровне.

#### Тема 6. Постановка и подходы к решению задач синтеза

Классификация задач параметрического синтеза. Математическая формулировка основной задачи оптимизации параметров и допусков. Разновидности

постановок задач параметрического синтеза. Классификация задач структурного синтеза. Описание структур проектируемых объектов в виде И-ИЛИ дерева. Подходы к решению задач структурного синтеза.

Тема 7. Методы получения математических моделей технических объектов на микро уровне

Краевые задачи при проектировании технических объектов. Применение метода конечных элементов. Применение метода конечных разностей, программные комплексы на основе методов конечных разностей и конечных элементов. Применение методов граничных элементов.

Тема 8. Основные положения математических моделей технических объектов на макро уровне

Общие сведения о моделировании на макро уровне. Аналогии компонентных уравнений. Аналогии топологических уравнений. Получение эквивалентных схем технических объектов. Эквивалентные схемы механической поступательной, механической вращательной, гидравлической (пневматической), электрической и тепловой подсистем. Рекомендации к составлению эквивалентных схем. Типы связей между подсистемами различной физической природы. Сложные модели элементов технических объектов.

Тема 9. Методы получения математических моделей технических систем на макро уровне

Элементы теории графов, матрица инцидентий. Метод получения топологических уравнений, М-матрица. Обобщенный метод получения математических моделей систем, матрица Якоби. Табличный метод получения математических моделей систем. Узловой метод получения математических моделей систем. Метод переменных состояния. Математические модели технических объектов для получения частотных характеристик.

Тема 10. Имитационное моделирование сложных систем на мета уровне

Сущность имитационного моделирования. Понятие о модельном времени. Способы организации квазипараллелизма в имитационных моделях. Технология моделирования сложных систем. Построение моделей сложных систем. Испытание имитационной модели.

Тема 11. Процедуры параметрической оптимизации

Методы поиска экстремума без ограничений. Методы нелинейного программирования с ограничениями. Подходы к постановке и решению обобщенных задач оптимизации. Программное обеспечение методов оптимизации.

Тема 12. Автоматизированная обработка данных экспериментальных исследований технологических машин.

Основные методы автоматизированной обработки данных. Применение методов интерполяции данных. Выбор аппроксимирующих функций. Программная реализация методов обработки данных. Обработка статистических данных, стандартные программы корреляционного и регрессионного анализа.

Тема 13. Основные концепции графического программирования.

Функциональные графические программы. Графическое построение в декартовой полярной системах координат. Пакеты сервисных программ. Языки программирования. Виды операторов. Порядок размещения операторов. Основные принципы графических расширителей проблемно-ориентированных языков. Языковой интерфейс ядра графической системы. Графические драйвера для устройства отображения с помощью дисплеев и графопостроителей.

Тема 14. Системы геометрического моделирования.

Системы каркасного моделирования. Системы поверхностного моделирования. Системы твердотельного моделирования. Немногообразные системы моделирования. Системы моделирования устройств. Моделирование для Web.

2.2 Содержание тем практических занятий

Тема 4. Математические модели.

Занятие 1. Простые вычисления с использованием программы Mathcad.

Занятие №2. Физические вычисления с использованием единиц измерения программы Mathcad.

Тема 7. Методы получения математических моделей технических объектов на микро уровне.

Занятие 3. Аналитические вычисления с использованием программы Mathcad.

Тема 8. Основные положения математических моделей технических объектов на макро уровне

Занятие №4. Анализ результатов испытаний с использованием программы Mathcad.

Занятие №5. Построение графиков с использованием программы Mathcad.

Тема 13. Основные концепции графического программирования.

Проектирование технологических процессов изготовления деталей с использованием программы «Компас-Автопроект».

2.3 Содержание тем лабораторных занятий

Тема 12. Автоматизированная обработка данных экспериментальных исследований технологических машин.

Занятие №1. Работа с базами данных в T-FLEX

Занятие №2. Использование переменных в T-FLEX

Занятие №3. Пример автоматизированного проектирования пресс-формы в T-FLEX.

Тема 14. Системы геометрического моделирования.

Занятие №4. Знакомство с системой Компас-3D LT.

Занятие №5. Приемы работы с инструментами Компас-3D LT.

Занятие №6. Создание сборочного чертежа и спецификации в Компас-3D LT.

Тема 14. Системы геометрического моделирования.

Занятие №7. Трехмерное проектирование в Компас-3D LT.

### **Список рекомендуемой литературы**

1 Быков В.П. Методическое обеспечение САПР в машиностроении, 1989.

2 Основы автоматизированного проектирования: Учебник для вузов. И.П. Норенков М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 334с.

3 Разработка САПР: в 10 книгах. Под. Ред. Петрова А.В. – М.: Высшая школа, 1990.

4 Сержанов Р.И., Биякаева Н.Т. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «САПР технологии и оборудования КШП». Павлодар: ПГУ им. С.Торайгырова, 2004. – 30с.

5 Сержанов Р.И., Джиенбаева Ж.К. Автоматизация черчения отливок и поковок. Методические указания. Павлодар, 2004.

6 Кондрашов В.Е., Королев С.Б. Matlab система программирования научно-технических расчетов. М.: Мир, 2002. – 350 с.

- 7 Неуструев А.А. Принципы разработки САПР ТП литейного производства// Литейное производство. – 1990.
- 8 Норенков И.П. Разработка автоматизированного проектирования: Учебник для ВУЗов. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1994. – 207 с.
- 9 Компас-график. Руководство пользователя. АО Аскон, 1999.
- 10 Компас-3D. Руководство пользователя. АО Аскон, 2001.
- 11 Компас-3D. Практическое руководство. АО Аскон, 2001.
- 12 Потёмкин А.Е. Трёхмерное твёрдотельное моделирование. Компьютер ПРЕСС, 2002.
- 13 T-Flex CAD. Руководство пользователя. АО Топ системы, 2002.
- 14 Системы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов в машиностроении / Под ред. Р.А. Аллика. – Л.: машиностроение, 1986. – 319 с.
- 15 Фурунжуев Р.И. САПР, или как ЭВМ помогает конструктору. М.: Высшая школа, 1987. – 205 с.
- 16 Ставрова Н.Д. Основы системы автоматизированного проектирования машин. Учебно-методическое пособие к практическим работам. – Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2008. – 126с