

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

---

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ФГБОУ ВПО КрасГАУ  
Н.В. Цуглецов  
"24" \_\_\_\_\_ 2012 г.



**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА**

**ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**05.01.01 «Инженерная геометрия и компьютерная графика»**

(шифр и наименование научной специальности)

Год обучения 2

Форма обучения очная, заочная

Красноярск, 2012

Составитель: Корниенко В.В., к.т.н., доцент

  
\_\_\_\_\_ подпись  
« \_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

Программа разработана в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура), утвержденными приказом Минобрнауки России от 16 марта 2011 г. N 1365; паспортом номенклатуры специальностей научных работников 05.01.01 - Инженерная геометрия и компьютерная графика, программы-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.01.01 - Инженерная геометрия и компьютерная графика

Программа обсуждена на заседании кафедры  
протокол № 7 « \_ » марта 2012 г.

Зав. кафедрой Корниенко В.В., к.т.н., доцент

  
\_\_\_\_\_ подпись  
« \_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.



## 1. Аннотация

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине для аспирантов специальности 05.01.01 «Инженерная геометрия и компьютерная графика» проводится кафедрой инженерной графики.

Общая трудоемкость кандидатского экзамена составляет 1 зачетную единицу, 36 часов самостоятельной работы аспиранта.

## 2. Содержание кандидатского экзамена

### 1. Начертательная геометрия

1.1 История развития начертательной геометрии.

1.2 Операция проецирования, проецирование на плоскость и поверхность. Использование различных множеств прямых и кривых линий: связок, конгруэнции, комплексов. Инварианты проецирования.

1.3 Методы графического отображения трехмерного пространства на плоскость. Понятие полного, метрически определённого (обратимого) чертежа на основе параметрического подхода.

1.4 Нелинейные графические модели пространства, метризация моделей.

1.5 Основные геометрические схемы построения обратимых чертежей. Метод двух изображений и метод двух следов. Эпюр Монжа как схема построения обратимого чертежа на основе внешней параметризации оригинала. Аксонометрия' как схема построения обратимого чертежа на основе внутренней параметризации оригинала. Схема построения технического чертежа (применяемого на производстве) как схема, основанная на применении внутренней параметризации оригинала. Перспектива. Расширенное Евклидово пространство. Несобственные фигуры. Координатный метод построения перспективы при внешней параметризации оригинала. Метод архитекторов как схема построения перспективы при внутренней параметризации оригинала. Перспектива на наклонной плоскости. Реконструкция перспективы.

Проекция с числовыми отметками. Геометрическая схема построения обратимого чертежа. Параметрическая оценка метода. Отображение прямых и плоскости, отображение поверхностей.

1.6 Основные понятия номографно-координатного способа моделирования пространства. Номографические методы отображения пространства. Коррелятивные модели сетчатых номограмм. Номограммы для эмпирических зависимостей.

1.7 Кривые линии. Классификация кривых. Определитель кривой. Способы образования и задания кривых. Свойства проекции кривых.

1.8 Поверхности. Определитель поверхности. Параметризация и полнота задания поверхности на чертеже. Кинематический и каркасный методы задания поверхностей на чертеже. Дискретные каркасы (точечный, линейный и сетчатый).

1.9 Решение позиционных задач на чертеже. Критерий задания оригинала на чертеже для решения позиционной задачи. Метод посредника.

1.10 Понятие метрики пространства. Восстановление метрики трехмерного пространства на обратимом чертеже (метод прямоугольного треугольника). Преобразования на различных чертежах при условии сохранения метрики оригинала. Получение преобразований плоскости как моделей плоскостей и поверхностей в методе двух изображений. Родство - модель плоскости на чертеже.

Методы решения метрических задач на чертежах различных видов. Применение геометрических преобразований для решения метрических задач на чертежах.

1.11 Приложения методов решения позиционных и метрических задач для решений задач в области машиностроения и строительства (конструирование сложных поверхностей, вертикальная планировка площадок в архитектуре и строительстве).

1.12 Отображение эффекта освещенности оригинала на чертеже (тени). Основные понятия и определения теней. Геометрическая схема построения собственной и падающей тени. Задача построения теней как построения проекции при некотором направлении проецирования, совпадающем с направлением луча света, освещающего оригинал. Основные методы построения теней. Применение вспомогательных экранов и касательных поверхностей. Построение теней на

чертеже, состоящем из ортогональных проекций. Построение теней в аксонометрии, перспективе и в проекциях с числовыми отметками.

## **2. Инженерная графика**

2.1 Система стандартизации современной инженерной графики (ЕСКД, ЕСТД, СПДС) и проблемы её развития в связи с появлением и развитием средств автоматизации, вычислительной техники и САПР, CALS технологий.

2.2 Основные понятия о базах и базировании в машиностроении, строительстве и архитектуре. Виды баз. Параметрическая модель базирования. Основные и вспомогательные базы. Иерархия баз в сложном составном инженерном объекте и её использование для описания процесса детализации составного объекта. Отображение баз на чертежах.

2.3 Конструирование двумерных составных фигур с нанесением минимального, но необходимого количества размеров для их воспроизведения. Теория параметризации как основа для формализации процесса конструирования двумерных составных фигур

2.4 Конструирование трехмерных составных фигур на основе параметризации и на базе их обратимых чертежей. Понятие о размерном и параметрическом графе трехмерного объекта. Теория параметризации как основа для формализации процесса конструирования трехмерных составных фигур.

2.5 Недостаточно детерминированные процессы, сопровождающие инженерную графику: чтение чертежа; проверка чертежа; выбор и размещение изображений и текстовых фрагментов, формирующих чертеж. Применение для формализации недостаточно детерминированных процессов специальных технологий: эвристического и имитационного моделирования.

2.6 Разработка новых процессов и моделей инженерной графики на основе CALS - технологий.

2.7 Организация электронных архивов чертежно-конструкторской, технологической и эксплуатационной документации.

## **3. Машинная (компьютерная) графика**

3.1 Основные понятия и определения машинной графики. Системы координат (мировая, пользовательская, приборная). Ввод координат (декартовы, сферические, цилиндрические). Виды пиктограмм.

3.2 Представление и хранение изображений. Примитив вывода, сегмент. Каркасное представление. Примитив ввода. Понятие изображения, пространство визуализации, физическое пространство, Пиксель, величина инкремента, растровая единица, шаг графопостроителя. Гашение, мерцание изображения. Линейная и растровая графика

3.3 Функциональные устройства машинной графики. Графический терминал. Дисплеи, плазменные панели. Различные устройства вывода изображений планшетные, растровые, электростатические устройства. Устройства ввода (колесо, мышь, планшет и т.д.).

3.4 Процессы и методы функционирования. Повторная генерация изображения, регенерация, эхо, курсор, трассировка, метод резиновой нити, метод буксировки, выделение. Аппарат однородных координат. Матричные операции при выполнении различных аффинных преобразований. Отсечение, экранирование, окно, различные виды переноса окна с изображением. Фоновое изображение, накладываемое изображение.

3.5. Визуализация пространственных объектов. Виды аппарата проецирования. Методы и способы отображения различных видов моделей объектов с удалением невидимых линий и поверхностей. Использование визуализации объекта для автоматизированного формирования чертежно-конструкторской и технологической документации. Методы и способы построения фотореалистичных изображений пространственных объектов и сцен.

3.6 Графические пакеты и системы. Эволюция развития и классификация пакетов. Ранние этапы развития пакетов командно-ориентированные пакеты. Объектно-ориентированная технология разработки интерактивных систем. Структурно — лингвистический подход, применяемый при проектировании графического пакета (системы). Терминальный словарь в виде банка геометрических фигур - фрагментов чертежей. Порождающая и анализирующая грамматики. Системы, работающие в двумерном пространстве (2D системы). Системы, ориентированные на объект

(3D - системы). Интегрированные системы. Связанные и несвязанные системы. Связь интегрированных графических систем с САПР и CALS технологиями.

#### **4. Геометрическое моделирование**

4.1 Основы теории параметризации. Определение понятий параметр, система параметризации, геометрическое условие. Параметры формы, величины и положения. Системы параметризации, связь с системами баз. Параметризация формы и положения. Учёт геометрических условий. Технологии параметризации двумерных и трехмерных геометрических объектов. Применение параметризации для конструирования двумерных и трехмерных фигур с подсчётом минимального и необходимого количества параметров, реализуемых на чертеже размерами.

4.2. Понятие об электронной модели изделия.

4.3 Каркасное моделирование. Формирование и ограничения каркасных моделей.

4.4 Поверхностное моделирование. Типы применяемых поверхностей, преимущества и недостатки поверхностного моделирования.

4.5 Твердотельное моделирование. Преимущества твердотельных моделей. Методы представления твердотельных моделей. Твердотельные примитивы. Порождающие грамматики (булевы операции, выдавливание и т.п.). Формирование разрезов и сечений твердотельных объектов. Проверка и редактирование твердотельных моделей.

4.6. Растровые методы геометрического моделирования. Понятие вокселя. Бинарное, quadro- и окто-дерево. Операции над деревьями.

#### **5. Разделы дисциплин, обеспечивающих научный инструментарий в исследованиях инженерной геометрии и машинной графики**

5.1 Проективная геометрия. Построение проективного пространства, отношения принадлежности и порядка. Принцип двойственности. Теорема Дезарга. Проективные координаты и аналитический метод решения проективных задач. Проективные соответствия в образах первой степени. Гармонизм. Вторая теорема Дезарга. Коррелятивные и. коллинеарные соответствия. Перспективная и инволюционная коллинеация. Аффинные соответствия. Гомология. Проективная теория кривых.

5.2 Геометрия кривых линии и поверхностей. Кривые линии. Способы образования и задания кривых. Винтовые линии. Алгебраические кривые и их свойства: порядок, класс, род, особые точки.

Метод обвода как средство проектирования плоских и пространственных кривых линий. Локальные характеристики обвода. Порядок гладкости. Практические способы конструирования одномерных обводов.

Множества прямых и кривых линий. Вопросы параметризации линий и определение размерности их множеств. Однопараметрические множества линий. Огибающая однопараметрического множества линий. Множества прямых. Конгруэнция прямых. Порядок и класс конгруэнции, фокальные фигуры. Конгруэнция нормалей.

Поверхности. Дифференциальные свойства поверхностей. Касательные плоскости и нормали. Главные кривизны, средняя и полная кривизна. Эллиптические, гиперболические, параболические точки на поверхности.

Специальные линии на поверхности (асимптотические, геодезические, линии кривизны). Первая и вторая квадратичные формы. Возможности конструирования поверхностей по заданным дифференциальным характеристикам.

Линейчатые поверхности. Поверхности с тремя направляющими линиями, с двумя направляющими линиями и плоскостью или поверхностью параллелизма. Линейчатые поверхности с пропорциональной разбивкой направляющих. Развертываемые поверхности (торсы). Выделение линейчатой поверхности из конгруэнции прямых линий. Уравнение линейчатой поверхности.

Поверхности кинематического образования. Частные виды (поверхности переноса, вращения, винтовые, ротативные, спироидальные поверхности). Циклические и каналовые поверхности. Циклиды Дюпена. Вывод уравнений кинематических поверхностей.

Геометрические преобразования плоскости и пространства. Понятие об аффинных, проективных и криволинейных преобразованиях. Многозначные и трансцендентные преобразования.

5.3 Основные понятия многомерной геометрии. Размерность и степень свободы; понятие параллельности и перпендикулярности. Графические, матричные, аналитические модели многомерного пространства. Приложение многомерной геометрии к моделированию многокомпонентных систем.

## **6. Разработка геометрических моделей объектов и процессов их воспроизведения в связи с использованием их в САПР И АСТПП**

6.1 Понятия аппроксимации, интерполирования и приближения функций. Конструирование обводов. Интерполяционные полиномы. Критерии приближения функций. Метод сплайн-функции. Метод Кунса, Фергюсона и Безье в описании обводов и поверхностей. NURBS - поверхности.

6.2 Математическое и техническое обеспечение систем автоматизированного проектирования и технической подготовки производства как совокупность математических моделей объектов и процессов с системным математическим обеспечением; CALS технологиями; средствами вычислительной техники и оборудованием с программным управлением.

6.3 Подходы к формализации процессов принятия решений. Эвристическое и имитационное моделирование. Понятие об элементах эвристического программирования и табличных методах принятия решений. Приёмы моделирования поведения человека в ходе решения трудно формализуемой задачи.

6.4. Векторные и растровые форматы передачи геометрических данных между системами. Стандарт ISO 10303 (STEP). Стандарты IGES, VDA-FS, DXF, STL и др.

## **3. Учебно-методическое и информационное обеспечение**

### *3.1. Основная литература*

1. Инженерная и компьютерная графика [Текст] : учеб. пособие / Э. Т. Романычева [и др.] ; под ред. Э. Т. Романычевой. - М. : Высш. шк., 1996. - 367 с.
2. Инженерная графика. Компьютерная графика [Электронный ресурс] : сборник заданий по черчению / Краснояр. гос. аграр. ун-т ; сост.: Е. Н. Первиненко, М. Ю. Шпейт. - Красноярск : [б. и.], 2010. - 34 с.
3. Лагерь, А. И. Инженерная графика [Текст] : учеб. для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям в области техники и технологии, сельского и рыбного хозяйства / А. И. Лагерь. - 6-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2009. - 334 с.
4. Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей [Текст] : учеб. / В. С. Левицкий. - 9-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2009. - 434 с.
5. Летин, А. С. Компьютерная графика [Текст] : учеб. пособие / А. С. Летин, О. С. Летина, И. Э. Пашковский. - М. : Форум, 2009. - 255 с.
6. Петров, М. Н. Компьютерная графика [Текст] : учеб. пособие / М. Н. Петров, В. П. Молочков. - СПб. : Питер, 2003. - 736 с.

### *3.2. Дополнительная литература*

1. Д. Роджерс, Дж. Адаме. Математические основы машинной графики. М., Мир, 2001 г., 605 с.
2. Г. Шпур, Ф.-Л. Краузе. Автоматизированное проектирование в машиностроении. М.: Машиностроение, 1988 г., 650 с.
3. Ж. Энкарначо, Э. Шлехтендаль. Автоматизированное проектирование. Основные понятия и архитектура систем. М.: Радио и связь, 1986 г., 290 с.
4. А.К. Болтухин, С.А.Васин, Г.П. Вяткин, А.В. Пуш. Инженерная графика. М.: Изд. МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000 г., 520 с.
5. В.С.Полозов, О.А. Будеков, С.И.Ротков и др. Автоматизированное проектирование. Геометрические и графические задачи. М.: Машиностроение, 1983 г., 280 стр.
6. Н.Н. Крылов. Начертательная геометрия. М.: Высшая школа, 1990, 240 с.
7. И.И. Котов. Начертательная геометрия. М.: Высшая школа, 1970, 385 с.
8. Д. Хорафас, С. Легг. Конструкторские базы данных. М.: Машиностроение, 1990, 225 с.
9. Г.С. Иванов. Конструирование технических поверхностей М.: Машиностроение, 1987, 190 с.