



**Уральский  
федеральный  
университет**

имени первого Президента  
России Б.Н.Ельцина

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Уральский федеральный университет имени  
первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)

**Программа вступительных испытаний в аспирантуру  
2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими  
процессами и производствами», 2.3.7 – «Компьютерное  
моделирование и автоматизация проектирования»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке

А.В. Германенко

Апрель 2022г.



**Программа вступительных испытаний в аспирантуру  
по научным специальностям**

**2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и  
производствами»,**

**2.3.7 – «Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования»**

Екатеринбург

2022



**Уральский  
Федеральный  
университет**

имени первого Президента  
России Б.Н.Ельцина

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Уральский федеральный университет имени  
первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)

**Программа вступительных испытаний в аспирантуру  
2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими  
процессами и производствами», 2.3.7 – «Компьютерное  
моделирование и автоматизация проектирования»**

## Содержание

1. Назначение и область применения.....	3
2. Содержание программы.....	4
3. Вопросы для вступительного испытания.....	8
4. Критерии оценки знаний .....	12
5. Список рекомендуемой литературы .....	13
6. Лист согласования.....	15

## **1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

Программа определяет требования к содержанию вступительных испытаний в аспирантуру и предназначена для подготовки к вступительному экзамену в аспирантуру по следующим научным специальностям:

2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами,  
2.3.7 – «Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования».

Целью вступительного экзамена является проверка способности и готовности претендента к обучению по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в соответствии с федеральными государственными требованиями (приказ министерства науки высшего образования от 20.10.2021 г. № 951), выполнению профессиональных задач в сфере научной деятельности.

### **Форма проведения вступительного испытания**

Вступительные испытания по специальной дисциплине в аспирантуру проводятся в форме устного собеседования по вопросам, перечень которых доводится до сведения поступающих путем опубликования программы вступительных испытаний на официальном сайте университета.

### **Требования к процедуре вступительного экзамена**

Требования к порядку планирования, организации и проведения вступительного экзамена, к структуре и форме документов по его организации определены Правилами приема поступающих на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ**

Настоящая программа охватывает основополагающие разделы химической технологии, наук о материалах и металлургии в рамках научных специальностей: 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, 2.3.7 – «Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования».

### **2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами**

Задачи теории управления; линейные непрерывные модели и характеристики СУ; модели вход-выход; дифференциальные уравнения, передаточные функции, временные и частотные характеристики; модели вход-состояние-выход; преобразования форм представления моделей.

Анализ основных свойств линейных СУ: устойчивости, инвариантности, чувствительности, управляемости и наблюдаемости; качество переходных процессов в линейных СУ.

Задачи и методы синтеза линейных СУ. Нелинейные модели СУ; анализ равновесных режимов; методы линеаризации нелинейных моделей; анализ поведения СУ на фазовой плоскости; устойчивость положений равновесия: первый и второй методы Ляпунова, частотный метод исследования абсолютной устойчивости; исследование периодических режимов методом гармонического баланса.

Оптимальные системы управления: задачи оптимального управления, критерии оптимальности; методы теории оптимального управления: классическое вариационное исчисление, принцип максимума, динамическое программирование; СУ оптимальные по быстродействию, оптимальные по расходу ресурсов и расходу энергии; аналитическое конструирование оптимальных регуляторов; робастные системы и адаптивное управление.

Типовые структуры и средства систем автоматизации и управления (САиУ) техническими объектами и технологическими процессами, классы и типовые структуры САиУ, назначение и состав технических средств САиУ, типовое обеспечение САиУ, комплексы технических средств, программно-технические комплексы.

Микро-ЭВМ и микро-УВК, программируемые логические контроллеры, программируемые компьютерные контроллеры, однокристалльные микроконтроллеры.

Понятие о системе ЧПУ, структура связей в системе ЧПУ, принципы построения микропроцессорных устройств ЧПУ. Задачи ЧПУ, задачи систем управления ГТМ, задачи систем управления ГПС.

Системы управления жизненным циклом изделий.

Роль приводов в современном машиностроительном оборудовании, автоматизации производственных процессов; историческая ретроспектива, тенденции и перспективы развития. Требования, предъявляемые к станочным приводам, в связи с технологическим процессом; стандартизация в области станочных приводов; расчетные схемы и математические модели механической части; передаточные функции и структурные схемы механической части при учете влияния конечной жесткости; особенности динамики, обусловленные механической частью, резонансные свойства.

Автоматизированные станочные электроприводы (типовые структурные схемы, настройки контуров в линейном приближении и с учетом нелинейностей; регуляторы, конструктивно-схемная реализация, расчет динамических и статических характеристик).



Замкнутые гидроприводы (конструкции, расчет, структурные схемы, нелинейные и линеаризованные модели, динамические характеристики); приводы как инструмент повышения качества станочного оборудования, перспективы развития.

Государственная система приборов: принципы построения, классификация средств измерения и автоматизации, основные ветви системы. Нормирование характеристик средств измерения и автоматизации. Типовые структуры средств измерения, информационно-измерительная система. Виды технических измерений. Измерение геометрических и механических величин, температуры, давления, уровня, расхода. Определение свойств и состава веществ, экологических параметров; контроль качества продукции. Метрологическое обеспечение технических измерений.

Технологические промышленные процессы: классификация, основное оборудование и аппараты. Принципы функционирования, технологические режимы и показатели качества технологических процессов.

Статические и динамические свойства технологических объектов управления. Структурные схемы, функциональные схемы автоматизации технологических процессов, режимы работы производственных объектов.

Анализ технологических процессов как объектов автоматизации (определение контролируемых и управляемых координат процесса, выбор управляющих воздействий, анализ возмущений). Уровни автоматизации производственного оборудования.

Компьютерная интеграция производства, ее место и роль в производстве. Понятие «гибкость» производственных систем. Виды гибкости. Количественная оценка гибкости. Преимущества ГПС по сравнению с традиционным производством.

Структура современной АСУ ТП в составе интегрированной системы управления производством. Функции и взаимодействие уровней АСУ ТП.

Обобщенная схема диспетчерской системы контроля и управления сложными технологическими объектами. Структура интегрированной автоматизированной системы управления предприятием.

Общая, физическая, функциональная структуры SCADA-систем. Критерии оценки SCADA-систем. Требования, предъявляемые к ним.

Организация проектирования, проектная документация. Автоматизированное проектирование систем автоматизации и управления. Техно-экономические критерии качества функционирования автоматизированных систем, цели управления. Назначение автоматизированной системы обеспечения качества.

### **2.3.7. Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования**

Понятие инженерного проектирования. Принципы системного подхода в проектировании. Иерархические уровни проектирования. Стадии проектирования. Назначение и содержание технических заданий на проектирование. Типовые проектные процедуры. Жизненный цикл промышленного изделия. Стадии жизненного цикла промышленного изделия. Электронная модель изделия. Основные стандарты. САПР как объект проектирования. Принципы создания САПР. Типовые проектные процедуры в САПР. Классификация САПР. Взаимодействие САПР с другими автоматизированными системами. Понятие о CALS-технологии.

Техническое обеспечение САПР Структурная схема процессора. Назначение, параметры и классификация арифметико-логических устройств. Микропрограммное управление.



Общие сведения и классификация устройств памяти. Иерархическая структура памяти ЭВМ. Уровни кэш-памяти. Оперативные ЗУ. Накопители на носителях различного типа. Организация интерфейса ввода-вывода. Типы вычислительных сетей. Высокоскоростные корпоративные, локальные и глобальные сети. Система INTERNET/INTRANET. Краткая характеристика сетевых протоколов. Функции сетевых операционных систем. Системы распределенных вычислений. Проблемы информационной безопасности. Схемы шифрования. Типы вычислительных систем, используемых в САПР. Состав автоматизированных рабочих мест в САПР.

Особенности математических моделей на различных иерархических уровнях описания объектов. Требования к математическим моделям и численным методам анализа в САПР. Понятие об областях адекватности моделей. Классификация математических моделей, используемых в САПР. Стационарные и нестационарные задачи. Метод конечных разностей. Метод конечных элементов. Основные методы решения систем алгебраических уравнений и систем обыкновенных дифференциальных уравнений, используемые в САПР. Показатели качества технического решения (количественные и качественные). Применение методов экспертного оценивания. Формирование расчетных моделей на базе геометрических моделей изделий. Представление структуры объектов в виде графов и эквивалентных схем. Методы многовариантного анализа. Множества и отношения. Операции над множествами. Нечеткие множества. Алгебра булевых функций. Имитационное моделирование. Классификация геометрических моделей. Моделирование кривых и поверхностей. Параметрические, алгебрологические, алгебраические модели геометрических объектов. Модели объемных тел: каркасные, поверхностные, твердотельные модели. Теоретико-множественные операции над базовыми элементами формы. Основы визуализации изображений. Векторный и растровый способы хранения графической информации. Стандарты JPEG, MPEG. Ядро графической системы. Понятие ассоциативной параметризации объектов проектирования.

Классификация и подходы к постановке задач синтеза проектных решений. Структурный синтез. Подходы к решению задач структурного синтеза. Представление множества альтернатив в задачах структурного синтеза. Морфологические таблицы и альтернативные графы. Параметрический синтез и параметрическая оптимизация. Критерии оптимальности. Однокритериальная и многокритериальная оптимизация. Методы оптимизации. Генетические алгоритмы. Постановка задач компоновки и размещения оборудования, трассировки соединений. Методы топологического синтеза. Примеры алгоритмов решения задач компоновки, размещения, трассировки. Модели представления знаний, как основа построения интеллектуальных систем, их особенности, достоинства, недостатки, области предпочтительного применения. Экспертные системы, структура, разновидности, методы построения.

Инструментальные средства САПР изделий машиностроения. Выбор инструментальных средств: основные понятия о базовых языках программирования и системах управления базами данных. Использование методов искусственного интеллекта в САПР. Методы распознавания образов. Архитектура экспертных систем. Организация баз данных и знаний в автоматизированных системах. Представление знаний: фреймы, семантические сети, правила продукций. Банки данных. Модели данных. Этапы проектирования БД.

Организация доступа к данным. Основные функции и типовой состав программно-методических комплексов САПР в машиностроении. Назначение, функции и примеры систем управления проектными данными (PDM). Распределённые информационные системы.

Методы фрагментации и распределения данных. Технология "клиент-сервер". Стандарты на обмен данными между подсистемами САПР.



### **3. ВОПРОСЫ ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**

#### **2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами**

1. Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы.
2. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы.
3. Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование.
4. Классификация систем управления. Автоматические и автоматизированные системы управления (АСУ) технологическими процессами (ТП) и производствами.
5. Основные подходы к анализу и синтезу автоматических и автоматизированных управляемых систем.
6. Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы.
7. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и весовая функции и их взаимосвязь, частотные характеристики. Типовые динамические звенья и их характеристики.
8. Понятие об устойчивости систем управления.
9. Устойчивость линейных стационарных систем. Гурвица, Михайлова.
10. Устойчивость линейных нестационарных систем. Устойчивость линейных систем с обратной связью: критерий Найквиста, большой коэффициент усиления.
11. Методы синтеза обратной связи. Элементы теории стабилизации. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость. Канонические формы.
12. Линейная стабилизация. Стабилизация по состоянию, по выходу. Наблюдатели состояния. Дифференциаторы.
13. Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели качества переходных процессов. Методы оценки качества. Коррекция систем управления.
14. Аналитическое конструирование. Идентификация динамических систем. Экстремальные регуляторы - самооптимизация.
15. Классификация дискретных систем автоматического управления. Уравнения импульсных систем во временной области.
16. Разомкнутые системы. Описание импульсного элемента. Импульсная характеристика приведенной непрерывной части.
17. Замкнутые системы. Уравнения разомкнутых и замкнутых импульсных систем относительно решетчатых функций. Дискретные системы. ZET-преобразование решетчатых функций и его свойства.
18. Передаточная, переходная и весовая функции импульсной системы. Классификация систем с несколькими импульсными элементами.
19. Многомерные импульсные системы. Описание многомерных импульсных систем с помощью пространства состояний.
20. Устойчивость дискретных систем.
21. Основные виды нелинейностей в системах управления. Методы исследования поведения нелинейных систем.
22. Автоколебания нелинейных систем.





23.  $H_2$ - и  $H_\infty$ -стабилизация. Minimax-стабилизация.
24. Методы оценки качества процессов управления в линейных динамических системах. Коррекция систем управления.
25. Дискретные системы. ZET-преобразование решетчатых функций и его свойства
26. Minimax-стабилизация.
27. Основные подходы к анализу и синтезу автоматических и автоматизированных управляемых систем.
28. Государственная система приборов: принципы построения, классификация средств измерения и автоматизации, основные ветви системы.
29. Виды технических измерений.
30. Измерение геометрических и механических величин, температуры, давления, уровня, расхода.
31. Технологические промышленные процессы: классификация, основное оборудование и аппараты.
32. Принципы функционирования, технологические режимы и показатели качества технологических процессов.
33. Статические и динамические свойства технологических объектов управления.
34. Анализ технологических процессов как объектов автоматизации.
35. Уровни автоматизации производственного оборудования.
36. Понятие «гибкость» производственных систем. Преимущества гибких производственных систем по сравнению с традиционным производством.
37. Структура современной АСУ ТП в составе интегрированной системы управления производством. Функции и взаимодействие уровней АСУ ТП.
38. Обобщенная схема диспетчерской системы контроля и управления сложными технологическими объектами.
39. Структура интегрированной автоматизированной системы управления предприятием.
40. Общая, физическая, функциональная структуры SCADA-систем.
41. Критерии оценки SCADA-систем. Требования, предъявляемые к ним.
42. Организация проектирования, проектная документация.
43. Автоматизированное проектирование систем автоматизации и управления.
44. Техничко-экономические критерии качества функционирования автоматизированных систем, цели управления.
45. Назначение автоматизированной системы обеспечения качества.

### **2.3.7. Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования**

1. Место САПР в интегрированных системах проектирования, производства и эксплуатации, их связь с другими автоматизированными системами.
2. История развития и современное состояние САПР.
3. Цели и задачи процесса проектирования.
4. Блочный-иерархический подход к проектированию.
5. Проектные операции, процедуры, этапы проектирования.
6. Восходящее и нисходящее проектирование.



7. Классификация проектных процедур. Типовые проектные процедуры и последовательности процедур.
8. Структура САПР. Назначение различных видов обеспечения, классификация и примеры подсистем.
9. Требования к техническому обеспечению САПР.
10. Системная организация ЭВМ и вычислительных систем.
11. Логическая структура и режимы функционирования ЭВМ, пути ее распространения и способы преобразования.
12. Принципы построения и организация функционирования центральной части ЭВМ: запоминающих устройств, процессоров, каналов ввода-вывода.
13. Особенности реализации устройств различных классов ЭВМ на современной элементной базе.
14. Периферийные устройства ЭВМ, их функциональные и конструктивные особенности.
15. Комплексы технических средств САПР.
16. Оснащение автоматизированных рабочих мест в зависимости от вида выполняемых работ.
17. Методы обеспечения надежности функционирования ЭВМ и периферийных устройств.
18. Системы контроля и диагностики.
19. Роль математического моделирования в САПР.
20. Особенности математических моделей на различных уровнях проектирования: микро, макро и системный.
21. Требования к моделям и методам анализа в САПР.
22. Классификация математических моделей.
23. Организация вычислительного процесса при использовании методов конечных разностей и конечных элементов.
24. Геометрическое моделирование.
25. Классификация геометрических моделей.
26. Способы построения объемных тел.
27. Методы анализа в САПР.
28. Методы одновариантного и многовариантного анализа.
29. Сущность задач параметрической оптимизации и структурного синтеза.
30. Критерии оптимальности, используемые при автоматизированном проектировании.
31. Классификация методов оптимизации.
32. Методы безусловной оптимизации.
33. Связь задач оптимизации с задачами структурного синтеза.
34. Классификация и уровни сложности задач структурного синтеза.
35. Подходы к формализации процедур синтеза.
36. Представление множества альтернатив: альтернативные деревья, морфологические таблицы.
37. Формы и способы представления знаний.
38. Модели представления знаний, как основа построения интеллектуальных систем, их особенности, достоинства, недостатки, области предпочтительного применения.
39. Организация поиска решений.
40. Экспертные системы, структура, разновидности, методы построения.
41. Классификация языков САПР.



42. Процедурные и непроцедурные языки.
43. Основные требования к пользовательскому интерфейсу САПР.
44. Назначение и основные функции и классификация операционных систем.
45. Управление процессорами, памятью, внешними устройствами, файлами.

Распределение памяти. Методы доступа к файлам.

46. Классификация данных, используемых в САПР.
47. Основные проблемы, связанные с обработкой и хранением данных.
48. Банки данных: состав, требования, традиционная архитектура.
49. СУБД: функции, модели данных.
50. Особенности использования банков данных в составе информационного обеспечения САПР.



#### **4. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ**

Оценка ответов поступающих в аспирантуру по данным специальностям производится по 100 балльной шкале и выставляется согласно критериям, приведенным в таблице.

##### Критерии оценки ответов поступающих в аспирантуру

Оценка	Критерии
80-100 баллов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений.</li><li>2. Демонстрируются глубокие знания по дисциплине.</li><li>3. Делаются обоснованные выводы.</li><li>4. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретенные ранее.</li></ol>
60-79 баллов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно.</li><li>2. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер.</li><li>3. Материал излагается уверенно, в основном правильно даны все определения и понятия.</li><li>4. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов.</li></ol>
30-59 баллов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Допускаются нарушения в последовательности изложения при ответе.</li><li>2. Демонстрируются поверхностные знания дисциплины.</li><li>3. Имеются затруднения с выводами.</li><li>4. Определения и понятия даны не чётко.</li></ol>
0-29 баллов	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определённой системы знаний по дисциплине.</li><li>2. Не даны ответы на дополнительные вопросы комиссии.</li><li>3. Допущены грубые ошибки в определениях и понятиях.</li></ol>



## 5. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

#### *Основная литература*

1. Аристов Н.И. Корнеев А.И. Промышленные программно-аппаратные средства на отечественном рынке АСУТП. Практическое пособие для специалистов, занимающихся разработкой и модернизацией СУ на промышленных предприятиях / Н.И. Аристов, А.И. Корнеев; ООО Издательство «Научтехлитиздат», 2001. – 402 с.
2. Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств / А.А. Иванов. М.: Форум, 2012. – 224 с.
3. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы: учебное пособие / Д.П. Ким. М.: Физматлит, 2004. - 464 с.
4. Лазарева Т.Я. Интегрированные системы проектирования и управления. Структура и состав: учебное пособие / Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартемьянов, А.Г. Чхиртладзе. М.: «Издательство Машиностроение-1», 2006. – 172 с.
5. Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника / К.К. Ким, Г.Н. Анисимов, В.Ю. Барборович, Б.Я. Литвинов; под ред. К.К. Кима. СПб.: Питер, 2010. – 204 с.
6. Федосенков Б.А. Теория автоматического управления. Классические разделы: учебное пособие / Б.А. Федосенков; Кемеровский государственный университет. Кемерово, 2018. - 171 с.
7. SCADA-системы: уч.-метод. пособ. / Сиб. гос. индустр. ун-т; сост.: В.В. Грачев, К.Г. Венгер, М.В. Шипунов. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2013. – 109 с.
8. Алиев Р.А., Абдикеев Н.М., Шахназаров М. М. Производственные системы с искусственным интеллектом. М.: Радио и связь, 1990. – 263 с.

#### *Дополнительная литература*

1. Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления: учебное пособие / Первозванский. А.А. СПб.: Лань, 2010. - 615 с.
2. Схиртладзе А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебник / А.Г. Схиртладзе, А.В. Федотов, В.Г. Хомченко. — М.: Абрис, 2018. — 565 с. Теория автоматического управления. Учебник для вузов в 2-х частях. / Под ред. А.А. Воронова, 2 изд. М.: Высшая школа, 1986 г. – 370 с., 540 с.
3. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского. М.: Наука, 1987. – 712 с.
4. Уотерман Д. Руководство по экспертным системам. М.: Мир, 1989. – 388 с.
5. Иванов, А.А. Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие / А.А. Иванов. М.: Форум, 2016. — 224 с.
6. Фельдштейн Е.Э. Автоматизация производственных процессов в машиностроении / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. — 264 с.
7. Цыпкин Я.З. Основы теории автоматических систем. Учебник для вузов. – М.: Недра. 1997. – 560 с.
8. Капустин Н.М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. 2-е изд., стер. / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов. М.: Высшая школа, 2016. — 415 с.



9. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления. Уч. пособие. – М.: Наука, 1986. – 616 с.
10. Цирлин А.М. Оптимальное управление технологическими процессами. М.: Энергоатомиздат, 1980. – 400 с.
11. Р. Месарович Н., Мако Д., Такахара Н. Теория иерархических многоуровневых систем. М.: Мир, 1973. – 344 с.
12. Харазов, В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами / В. Г. Харазов. СПб: Профессия, 2013. – 656 с.

### **2.3.7. Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования**

#### *Основная литература*

1. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник для вузов / Норенков И. П. — 4-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 430 с.
2. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. — 304 с.
3. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. — 496 с.
4. Норенков И.П., Кузьмин П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS- технологии. М.: Изд-во МГТУ им Н.Э Баумана. 2002. — 320 с.

#### *Дополнительная литература*

1. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. — М.: Мир, 2001. — 604с.
2. Семенов М.Д. Введение в математическое моделирование. — М.: Солон-Р, 2002 г. — 112 с.
3. Тихонов А.Н., Цветков В.Л. Методы и системы поддержки принятия решения. — М.: Макс Пресс, 2001, — 312 с.
4. Орлов А.И. Теория принятия решений. — М.: Экзамен, 2006. — 656 с.
5. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. — М.: Факториал, 2002. — 824 с.
6. Волкова В.Н. Козлов В.Н. Системный анализ и принятие решений. — М.: Высшая школа, — 2004. — 616 с.
7. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. — М.: Научный мир, — 2003. — 432 с.
8. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. — М.: Высшая школа, — 2001. — 343 с.

**Программу вступительных испытаний составили:**

Профессор кафедры ИТиАП,  
доктор техн. наук, доцент

А.А. Петунин

Доцент кафедры ИТиАП,  
канд. техн. наук, доцент

Е.И. Кац

Заведующий кафедрой ЭМ,  
канд. техн. наук, доцент

И.Н.Тихонов

Заведующий кафедрой ИТиАП,  
канд. техн. наук, доцент

Д.В. Куреннов

**СОГЛАСОВАНО:**

Заместитель директора по научной  
и инновационной деятельности ИНМТ

Ф.Л. Капустин

Директор ИНМТ

О.Ю. Шешуков

Начальник отдела подготовки  
научно-педагогических кадров

Е.А. Бутрина