

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

«Утверждаю»  
заведующий отделом  
аспирантуры и докторантуры  
С.И. Дегтярева  
«08» апреля 2022 г.



ПРОГРАММА  
вступительных испытаний  
по специальной дисциплине Компьютерное моделирование и  
автоматизация проектирования  
программа подготовки научных и научно-педагогических кадров  
в аспирантуре  
по научной специальности 2.3.7 Компьютерное моделирование и  
автоматизация проектирования

Воронеж 2022 г.

Программа составлена в соответствии с Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)".

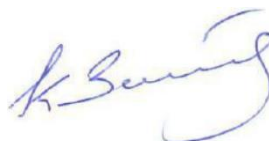
Программу разработал:  
д.т.н., профессор



В.К. Зольников

Программа вступительных испытаний утверждена на заседании базовой кафедры технического и программного обеспечения вычислительных и информационных систем протокол № 7 от 07.04.2022 г.

И.о. заведующего базовой кафедры технического  
и программного обеспечения вычислительных  
и информационных систем,  
к.т.н.



К.В. Зольников  
«07» апреля 2022 г.

# **ПРОГРАММА**

## **вступительного экзамена**

### **1. Информационное обеспечение САПР.**

- 1.1. Классификация данных, используемых в САПР. Основные проблемы, связанные с их хранением и обработкой.
- 1.2. Банки данных, общие требования к ним, их традиционная архитектура.
- 1.3. Функции систем управления базами данных. Модели данных. Реляционные, иерархические и сетевые базы данных.
- 1.4. Понятие о реляционной алгебре и реляционном исчислении.
- 1.5. Языки описания и манипулирования данными. Основные черты языка SQL.
- 1.6. Этапы разработки информационного обеспечения САПР. Инфологическое, концептуальное, физическое проектирование баз данных.
- 1.7. Распределенные базы данных. Стратегии распределения.
- 1.8. Особенности использования банков данных в составе информационного обеспечения САПР. Подходы к построению специализированных систем управления базами данных для САПР.

### **2. Лингвистическое обеспечение САПР.**

- 2.1. Принципы построения языков программирования и входных языков САПР как базы лингвистического обеспечения САПР.
- 2.2. Формальные грамматики. Классификация грамматик по Хомскому. Сравнительные характеристики ограниченных, контекстно-свободных и контекстно-зависимых грамматик.
- 2.3. Базовые методы трансляции языков программирования и входных языков.
- 2.4. Лексический анализ. Структуры деревьев трансляции.
- 2.5. Генераторы лексических и синтаксических анализаторов. Особенности их применения.
- 2.6. Алгоритмы грамматического разбора "сверху-вниз", "снизу-вверх", "слева- направо". Этапы создания трансляторов языков программирования и входных языков САПР.
- 2.7. Основные требования к пользовательскому интерфейсу САПР. Стандарты пользовательского интерфейса.

### **3. Технология разработки программного обеспечения.**

3.1. Принципы построения и методы разработки прикладного программного обеспечения САПР, архитектура современных ЭВМ и ВС, построение систем управления вычислительными ресурсами.

3.2. Функции, принципы и способы построения пакетов прикладных программ, реализации в них типовых алгоритмов проектирования. Этапы жизненного цикла программ, их особенности.

3.3. Особенности технологии программирования сложных программных комплексов. Технологии разработки программного обеспечения.

3.4. Структурное, модульное, объектно-ориентированное, эволюционное программирование.

3.5. Гибкие методики разработки программного обеспечения. Итерационная разработка.

3.6. Методы обеспечения качества программного обеспечения. Стандарты в области обеспечения качества.

3.7. Документация на проект, ее предназначение. Виды документации, оформляемой на различных этапах разработки программного обеспечения.

### **4. Техническое обеспечение САПР.**

4.1. Требования к техническому обеспечению САПР. Системная организация ЭВМ и вычислительных систем, логическая структура и режимы функционирования ЭВМ, представление информации в ЭВМ, пути ее распространения и способы преобразования.

4.2. Принципы построения и организация функционирования центральной части ЭВМ, запоминающих устройств, процессоров, каналов ввода-вывода.

4.3. Особенности реализации устройств различных классов ЭВМ на современной элементной базе.

4.4. Современные методы проектирования устройств ЭВМ на различных иерархических уровнях с использованием соответствующих подсистем САПР ЭВМ.

4.5. Периферийные устройства ЭВМ, их конструктивные и функциональные особенности. Комплексы технических средств САПР в различных приложениях. Варианты реализации системы прерываний.

4.6. Методы обеспечения надежности функционирования ЭВМ и периферийных устройств. Системы контроля и диагностики, варианты их реализации в современных ЭВМ.

4.7. Система команд ЭВМ. Структурная схема процессора. Процессоры с сокращенным (RISC) и полным (CISC) наборами команд. Специализированные процессоры, их роль в САПР.

4.8. Назначение, параметры и классификация арифметико-логических устройств. Микропрограммное управление. Принципы действия управляющих автоматов с хранимой в памяти и «жесткой» логикой.

4.9. Распределенные информационные системы. Методы фрагментации и распределения данных. Технология «клиент—сервер».

4.10. Информационные хранилища. Проектирование информационных хранилищ: схемы «звезда», «снежинка», «звезда—снежинка».

## **5. Машинная графика и геометрическое моделирование.**

5.1. Понятие машинной графики, геометрического моделирования, графической системы, базового графического пакета. Возможности современной машинной графики.

5.2. Требуемые вычислительные ресурсы для решения геометрических и графических задач. Технические средства машинной графики.

5.3. Геометрическое моделирование. Классификация геометрических моделей, способы представления кривых, поверхностей в памяти ЭВМ. Способы построения объемных тел из базовых элементов формы.

5.4. Геометрия кривых и поверхностей в трехмерном пространстве, их параметрическое описание. Построение кривых.

5.5. Многочлены Безье. Построение поверхностей.

5.6. Математический аппарат Кунса, Безье, Эрмита, В-сплайнов, NURBS для решения геометрических задач. Алгоритмы решения метрических задач.

5.7. Принципы построения прикладных графических программ. Стандарты в машинной графике (на разработку графических систем, на обменные файлы и пр.). Концепция стандарта корневой графической системы.

5.8. Программная и аппаратная реализация отдельных алгоритмов машинной графики. Алгоритмы отсечения, аффинные преобразования, проецирование, развертка, закраска, удаление невидимых линий и поверхностей.

5.9. Классификация графических систем и их функциональные характеристики. Обзор современных графических систем.

5.10. Перспективы развития графических устройств машинной графики, способы создания естественных изображений и движений на экране. Отражение, цвет, тени, фактура материала в машинной графике.

## **6. Моделирование систем.**

6.1. Роль математического моделирования в САПР. Обобщенные уровни проектирования, присущие большинству областей техники. Микро-, макро- и системный уровни.

6.2. Характеристики математических моделей. Точность, адекватность и экономичность. Общая характеристика моделей на микроуровне.

6.3. Сеточные модели. Алгебраизация уравнений в методе конечных разностей. Организация вычислительного процесса при использовании методов конечных разностей и конечных элементов, пре- и постпроцессорная обработка информации в программно-методических комплексах анализа прочности.

6.4. Проблемы создания математического и программного обеспечения на макроуровне: аналогии фазовых переменных и уравнений в системах различной физической природы, методы формирования математических моделей систем из компонентных и топологических уравнений.

6.5. Моделирование на системном уровне.

6.6. Методы моделирования непрерывных объектов на основе аппарата передаточных функций. Методы повышения эффективности одновариантного анализа: декомпозиционные методы, учет структуры и разреженности матриц моделей, макро моделирование. Методы релаксации формы сигнала и прогнозируемых реакций.

6.7. Методы дискретного моделирования.

## **7. Оптимизация в САПР.**

7.1. Характеристика экстремальных задач в проектировании. Многокритериальность, многопараметричность, алгоритмическая форма моделей. Множество Парето.

7.2. Критерии оптимальности: частный, аддитивный, мультипликативный, вероятностный, минимаксный.

7.3. Особенности постановок экстремальных задач при внешнем и внутреннем проектировании. Определение типа целевой функции, расчет весовых коэффициентов.

7.4. Классификация методов поиска экстремума. Оценка трудоемкости процесса поиска.

7.5. Методы безусловной оптимизации. Одномерная минимизация.

- 7.6. Методы нулевого порядка (покоординатного спуска, Нелдера-Мида, Хука-Дживса, Розенброка).
- 7.7. Градиентные методы (наискорейшего спуска, сопряженных градиентов, переменной метрики).
- 7.8. Метод Ньютона, методы условной оптимизации. Условия Куна-Таккера.
- 7.9. Методы множителей Лагранжа, штрафных функций, проекции градиента.
- 7.10. Поиск максимина. Оптимизация с учетом допусков.
- 7.11. Методы центрирования и вписывания гиперфигур в область работоспособности. Дискретная оптимизация. Основные сведения из теории сложности задач выбора. Задачи полного перебора.
- 7.12. Методы ветвей и границ, локальной оптимизации, Гомори. Примеры эвристических методов оптимизации.
- 7.13. Динамическое программирование, принцип оптимальности. Связь задач оптимизации с задачами структурного синтеза.

## **8. Разработка САПР.**

- 8.1. Этапы жизненного цикла промышленных изделий. Структура САПР. Разновидности САПР. Понятие о CALS-технологиях. Системные среды САПР. Системы CAD, CAE, CAM, PDM.
- 8.2. Понятие инженерного проектирования. Принципы системного подхода. Основные понятия системотехники. Иерархические уровни проектирования. Формализация процесса проектирования изделий при разработке САПР. Содержание технического задания на проектирование. Классификация моделей и параметров, используемых при автоматизированном проектировании. Типовые проектные процедуры.
- 8.3. САПР - как сложная система. Виды обеспечения САПР. Модели жизненного цикла САПР. Показатели качества САПР. Цели и общие принципы управления сложными проектами. Понятие об открытых системах. Первичное прогнозирование целей проектирования. Подготовка рабочего плана.
- 8.4. Стадии, этапы и процедуры проектирования САПР: предпроектные исследования, системный проект, эскизный проект, технический проект, рабочий проект, испытания и сдача в эксплуатацию.
- 8.5. Аналитические и имитационные математические модели САПР. Языки имитационного моделирования. Разработка имитационных моделей сложных систем. Сети Петри.

8.6. Методы структурного синтеза в САПР: ветвей и границ, поиска с запретами, искусственного интеллекта, распространения ограничений, генетические алгоритмы.

8.7. CASE средства в САПР. SADT функциональная модель САПР. DFD модель потоков данных в САПР. Стандарты IDEFO, IDEF3, IDEF1X. Унифицированный язык моделирования UML.

8.8. CALS-технологии. Основные определения и решаемые задачи. Стандарты CALS-технологии. Языки SGML, XML. STEP-технология. Язык Express.

8.9. Системы автоматизированного проектирования в машиностроении: основные функции и проектные процедуры, системы AutoCad, Solid Works, Ansys.



Критерии оценки знаний претендентов для поступления на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуру ФГБОУ ВО "Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова"

Оценка	Критерии
Отлично (5 баллов)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полно раскрыто содержание материала в объёме программы вступительного экзамена в аспирантуру.</li> <li>2. Чётко и правильно даны определения и раскрыто содержание материала.</li> <li>3. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее.</li> <li>4. Сформированы навыки исследовательской деятельности.</li> </ol>
Хорошо (4 балла)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Раскрыто основное содержание материала в объёме программы вступительного экзамена в аспирантуру.</li> <li>2. В основном правильно даны определения, понятия.</li> <li>3. Материал изложен неполно, при ответе допущены неточности, нарушена последовательность изложения.</li> <li>4. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов. Практические навыки нетвёрдые.</li> </ol>
Удовлетворительно (3 балла)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоено основное содержание материала, в объёме программы вступительного экзамена в аспирантуру.</li> <li>2. В основном правильно даны определения, понятия, но в некоторых случаях допущены ошибки.</li> <li>3. Допущены ошибки при выводах.</li> <li>4. Исследовательские навыки в объёме программы вступительного экзамена в аспирантуру нетвёрдые.</li> </ol>
Неудовлетворительно (2 балла)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основное содержание учебного материала не раскрыто.</li> <li>2. Не даны ответы на дополнительные вопросы преподавателя.</li> <li>3. Допущены грубые ошибки в определениях.</li> <li>4. Отсутствуют навыки исследовательской деятельности.</li> </ol>

Уровень знаний поступающего оценивается экзаменационной комиссией по пятибалльной системе. Каждое вступительное испытание оценивается отдельно.

Максимальное количество баллов по каждому предмету отдельно (специальная дисциплина, иностранный язык, философия) – 5 баллов (отлично).

Минимальное количество баллов, по каждому предмету отдельно (специальная дисциплина, иностранный язык, философия) – 3 балла (удовлетворительно).

## Библиографический список

### Основная литература

1. Основы автоматизированного проектирования [Электронный ресурс]: доп. УМО вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учебника для студентов высших учебных заведений / под ред. А. П. Карпенко. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 329 с. - ЭБС "Знаниум". - <http://znanium.com/bookread2.php?book=1019248>.

2. Ездаков А.Л. Экспертные системы САПР [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Ездаков А.Л. - М.:ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 160 с.— ЭБС "Знаниум". – <http://znanium.com/bookread2.php?book=339245>.

3. Методы и алгоритмы синтеза и анализа конструкторских и технологических решений в системе автоматизированного проектирования инженерных конструкций и сооружений : монография / С.Х. Якубов. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 164 с. — ЭБС "Знаниум". – <http://znanium.com/bookread2.php?book=930430>.

### Дополнительная литература

4. Инструментальные средства информационных систем : учебное пособие / А.Н. Юров, М.В. Паринов, А.В. Ачкасов [и др.]. – Воронеж, 2021. – 81 с.

5. Использование языков VHDL и VERILOG для проектирования микроэлектронных устройств / В.Ф. Барабанов, В.В. Сафронов, К.В. Зольников [и др.]. – Воронеж, 2021. – 82 с.

6. Райкова, Е.Ф. Управление процессом разработки автоматизированных систем : учебное пособие / Е.Ф. Райкова, О.В. Антонов, Д.В. Немчинов. – Астрахань, 2021. – 116 с.

7. Каратун, С.М. Проектирование автоматизированных информационных систем : учебное пособие / С.М. Каратун, И.О. Лозикова. – Тюмень, 2021. – 121 с.

8. Чуднов, А.М. Математические основы моделирования, анализа и синтеза систем / А.М. Чуднов. – Санкт-Петербург, 2021. – 192 с.

9. Николаев, П.М. Системы геометрического моделирования. Разработка и реализация : учебное пособие // П.М. Николаев. – Москва, 2020. – 236 с.

10. Гирфанова, Л.Р. Системы автоматизированного проектирования изделий и процессов : учебное пособие / Л.Р. Гирфанова. - Саратов, 2018. – 156 с.