

## ПРОГРАММА

вступительного испытания по специальному предмету  
по программам подготовки научно–педагогических кадров в аспирантуре  
по научной специальности:

2.3.7 Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

К вступительным испытаниям по программам подготовки научно–педагогических кадров в аспирантуре (далее – Программы аспирантуры) допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего (специалитет или магистратура), подтвержденное документом об образовании и о квалификации, удостоверяющим образование соответствующего уровня.

Вступительные испытания призваны определить наиболее способного и подготовленного поступающего к освоению основной образовательной программы по научной специальности 2.3.7 Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования.

Приём осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Программы вступительных испытаний формируются на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и (или) программам магистратуры.

Программа содержит описание формы вступительных испытаний, перечень разделов, входящих в экзамен и список рекомендуемой для подготовки литературы.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ПОДГОТОВКИ ПОСТУПАЮЩЕГО ПО ПРОГРАММАМ АСПИРАНТУРЫ**

Лица, имеющие высшее образование и желающие освоить программу аспирантуры, зачисляются по результатам вступительных испытаний, программы которых разрабатываются Университетом для установления у поступающего наличие следующих компетенций:

- способность планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать вывод;
- способность использовать профессиональные программные комплексы в области математического и физического моделирования

технологических процессов и объектов;

- способность проводить анализ и обобщение научно-технической информации по теме исследования, осуществлять выбор методик и средств решения задачи, проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых разработок;

- способность осуществлять разработку и внедрение новой техники и передовой технологии на объектах нефтегазовой отрасли с целью обеспечения патентной чистоты новых разработок.

### **3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

Вступительные испытания по специальному предмету проводятся в форме устного экзамена в соответствии с утверждённым расписанием.

Продолжительность вступительного испытания - 30 минут.

Результаты испытаний оцениваются по 100 бальной шкале.

### **4. ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

Программа вступительных испытаний базируется на программах специалитета и (или) программах магистратуры. Вопросы по экзамену охватывают основополагающие положения следующих разделов:

#### **Раздел 1. Основы автоматизированного проектирования**

Понятие инженерного проектирования. Основные понятия системотехники. Иерархические уровни проектирования и структура проектных процедур. Стадии проектирования. Типовые проектные процедуры. Этапы жизненного цикла промышленных изделий. Непрерывная информационная поддержка жизненного цикла изделий. Понятие о CALS-технологии. Обеспечения систем автоматизированного проектирования (САПР): техническое, программное, математическое, лингвистическое, информационное, организационное, методическое. Техническое обеспечение (ТО) САПР. Типы вычислительных систем (ВС), используемых в САПР. Основные параметры и классификация ЭВМ. Режимы функционирования ВС. Система команд ЭВМ. Структурная схема процессора. Процессоры с

сокращенным набором команд (RISC). Специализированные процессоры, их роль в САПР. Общие сведения и классификация устройств памяти. Иерархическая структура памяти ЭВМ. Накопители на магнитных и оптических носителях, параметры, классификация, режимы работы. Каналы ввода-вывода данных: функции, параметры, классификация, структура, примеры реализации. Организация интерфейса ввода-вывода. Аппаратура рабочих мест в САПР. Типы вычислительных сетей. Методы доступа в локальных вычислительных сетях. Разновидности сетей Ethernet. Характеристики и типы каналов передачи данных. Протокол TCP. Протокол IP. Протоколы управления в сетях TCP/IP. Адресация в Internet. Проблемы информационной безопасности. Схемы шифрования. Электронная подпись. Одноключевые (симметричные), двухключевые (с открытым или публичным ключом). Алгоритмы аутентификации пользователей. Математическое обеспечение анализа проектных решений. Требования к математическим моделям и численным методам анализа в САПР. Классификация математических моделей, используемых в САПР. Примеры математических моделей с распределенными параметрами. Метод конечных разностей, способы аппроксимации производных и типы сеток. Явные и неявные разностные схемы. Метод конечных элементов. Разновидности конечных элементов и координатных функций.

## **Раздел 2. Моделирование, работа с данными**

Математические модели элементов и систем с сосредоточенными параметрами (на макроуровне). Представление структуры объектов в виде графов и эквивалентных схем. Аналогии уравнений и фазовых переменных в математических моделях систем разной физической природы. Основные методы решения систем алгебраических уравнений, используемые в САПР. Методы разреженных матриц. Основные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений, используемые в САПР. Проблема собственных значений и анализ устойчивости по Ляпунову.

Численно-аналитические методы исследования динамических систем. Методы анализа в частотной области. Методы гармонического баланса и рядов Вольтерра для анализа нелинейных моделей в частотной области. Методы многовариантного анализа. Множества и отношения. Операции над множествами. Функции. Отношения эквивалентности. Отношения порядка. Нечеткие множества. Алгебраические структуры. Морфизмы. Алгебры с одной и двумя операциями. Векторные пространства. Решетки. Булевы функции. Алгебра булевых функций. Математические модели дискретных устройств. Методы логического моделирования. Организация вычислительного процесса при смешанном (аналоги-цифровом) моделировании. Средства представления моделей дискретных устройств на поведенческом и регистровом уровнях. Классификация геометрических моделей. Сплайновые модели кривых и поверхностей. Модели Безье для кривых линий и поверхностей. Составные модели поверхностей. Модели объемных тел и плоских фигур. Кусочно-аналитические и алгебрологические модели геометрических объектов. Модели объемных тел: каркасные, поверхностные, твердотельные. Теоретико-множественные операции над базовыми элементами формы. Алгоритмы и программное обеспечение, необходимые для решения метрических и позиционных задач геометрического моделирования. Основные этапы и методы визуализации изображений. Операция отсечения. Геометрические преобразования: перенос, масштабирование, поворот. Однородные координаты. Развертка изображений в растровой технике. Векторный и растровый способы хранения графической информации. Проблемы сжатия и кодирования видеоинформации. Стандарты JPEG, MPEG. Функции ядра графической системы. Математическое обеспечение синтеза проектных решений. Классификация и подходы к постановке задач синтеза проектных решений. Структурный и параметрический синтез. Критерии оптимальности. Множество Парето. Задачи оптимизации с учетом допусков.

### **Раздел 3. Алгоритмы и программирование**

Классификация методов математического программирования. Методы одномерной оптимизации. Градиентные методы. Методы прямого поиска (конфигураций, Розенброка, сопряженных направлений, деформируемого многогранника). Методы случайного поиска. Необходимые условия экстремума. Методы поиска условных экстремумов. Методы штрафных функций. Метод проекции градиента. Представление множества альтернатив в задачах структурного синтеза. Морфологические таблицы и альтернативные графы. Постановка комбинаторных задач в терминах булевого программирования. Задача линейного назначения. Методы отсечения Гомори. Венгерский алгоритм. Задача коммивояжера. Цикл Гамильтона. Задача о покрытии. Задачи маршрутизации транспортных средств. Задачи синтеза расписаний. Метод ветвей и границ. Методы распространения ограничений. Методы локальной оптимизации и поиска с запретами. Динамическое программирование многошаговых процессов принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Уравнение Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования. Генетические алгоритмы. Примеры решения логистических задач с помощью генетических алгоритмов. Постановка задач компоновки и размещения оборудования, трассировки соединений. Методы топологического синтеза. Примеры алгоритмов решения задач компоновки, размещения, трассировки. Параллельные алгоритмы. Меры параллелизма. Синхронизация параллельно выполняющихся процессов. Параллельные алгоритмы решения систем алгебраических уравнений. Параллельные алгоритмы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Параллельные алгоритмы нелинейного программирования. Языки программирования искусственного интеллекта и языки представления знаний. Программное, лингвистическое и информационное обеспечение САПР.

#### **Раздел 4. Разработка программного обеспечения САПР**

Разработка программного обеспечения САПР. Выбор инструментальных средств: основные понятия о базовых языках программирования и СУБД. Визуальные среды программирования. Проектирование приложений. Технология ActiveX. Концепция открытых систем: DCOM, CORBA. Инструментальные средства концептуального проектирования автоматизированных систем. Среда быстрой разработки приложений. Типы CASE-систем. Методики IDEF0, IDEF3, IDEF1X. Унифицированный язык моделирования UML, методики проектирования объектно-ориентированных систем на базе UML. Компонентно-ориентированные технологии. Основные функции и типовой состав программно-методических комплексов САПР в машиностроении и радиоэлектронике. Назначение, функции и примеры систем управления проектными данными (PDM). Организация баз данных и знаний в автоматизированных системах. Информационные модели объектов проектирования и словарь предметной области – библиотека базовых элементов. Представление знаний: фреймы, семантические сети, правила продукций. Основные понятия нечеткой и непрерывной логики. Нечеткий вывод. Способы построения функций принадлежности. Байесовский подход. Подход на основе коэффициентов уверенности. Интеллектуальный анализ данных: технологии DM и OLAP. Эволюционное программирование, генетические алгоритмы, алгоритмы ограниченного перебора. Системы управления базами данных (СУБД): области применения, структура, характеристики. Банки данных. Требования к банкам данных. Модели данных. Иерархическая, сетевая, реляционная, многомерная, объектно-ориентированная и объектно-реляционная модель. Этапы проектирования БД: концептуальное, логическое и физическое проектирование. Особенности банков данных в САПР. Основные понятия теории формальных грамматик. Классы формальных грамматик. Контекстно-зависимые и контекстно-

независимые грамматики. Методы трансляции, схемы построения трансляторов. Металингвистические формулы Бэкуса-Наура. Синтаксические диаграммы. Особенности управления распределенными базами данных и системы управления распределенными базами данных. Стандарты на обмен данными между подсистемами САПР. Организация программного обеспечения САПР. Технологии структурного и объектно-ориентированного программирования. Конструирование абстрактных типов данных. Иерархия классов. Базовые и производные классы. Простое и множественное наследование. Перегрузка методов и операций обработки данных в классах объектов. Абстрактные классы. Полиморфная обработка данных. Виртуальные интерфейсы. Параметризация типов данных в классах и функциях. Типовые структуры описания абстрактных данных (массив, стек, очередь, двоичное дерево). Программирование математических структур (матрицы и конечные графы). Методы программной обработки данных. Итерация и рекурсия. Сортировка и поиск. Криптообработка и архивация данных. Перечисление и упорядочивание комбинаторных объектов. Ввод-вывод данных.

### **Раздел 5. Аспекты научных исследований**

Известные ученые и их научные достижения в области интересов научной специальности 2.3.7 «Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования». Методы научного исследования, моделирования/прогнозирования, применяемые в изучении вопросов по научной специальности 2.3.7 «Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования». Векторы развития научных исследований, научные проблемы, которыми занимаются ученые в последнее десятилетие, перспективность исследований в области интересов научной специальности 2.3.7 «Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования».

Научные разработки в области интересов научной специальности 2.3.7 «Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования»,



применяемые для улучшения жизни человека. Научные издания по специальности 2.3.7 «Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования», оценка значимости и весомости публикаций в этих изданиях. Инструментарий, которым пользуются ученые при проведении исследований по научной специальности 2.3.7. Авторство при проведении коллективных научных исследований в области интересов научной специальности 2.3.7 «Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования», необходимость коллабораций.

## 5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Основы автоматизированного проектирования: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Е.М. Кудрявцев. — 2-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2013. — 304 с.
2. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. Учеб. для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. - 432 с.
3. Введение в современные САПР: курс лекций / В. Н. Малюх. - [Б. м.]: ДМК Пресс, 2010. - 192 с.
4. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. GALS-технологии / И.П. Норенков, П.К. Кузьмик. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 319 с.
5. Муромцев Д.Ю. Математическое обеспечение САПР: учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин. - 2-е изд. перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 464 с.
6. Кисель Н.Н. Основы компьютерного моделирования в САПР EMPPro: учебное пособие / Н. Н. Кисель, А. А. Ваганова. - Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. - 342 с.

7. Самойлова Е.М. Цифровизация в проектировании: Учебное пособие / Е. М. Самойлова, М. В. Виноградов. - Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019. - 105 с.

8. Фундаментальные основы дискретной математики. Информационная математика: учебник для студентов вузов / В. А. Горбатов. - М.: Физматлит, 2000. - 544 с.

Дополнительная литература:

1. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник: учебное пособие для вузов / Под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – М.: Высшая школа, 2004. – 616 с.

2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Сетевые операционные системы. СПб.: Питер, 2002. – 544 с.

3. Джексон П. Введение в экспертные системы/ П. Джексон: [пер. с англ. и ред. канд. техн. наук В. Т. Тертышного] 3-е изд. М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. - 623 с.

4. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. СПб: Питер, 2000. – 304 с.

5. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Г. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.