

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

\_\_\_\_\_ С.Ю. Рошин

Одобрено на заседании Академического  
совета Аспирантской школы по  
техническим наукам

Протокол № \_\_\_\_ от 28.03.2017

Академический директор Аспирантской  
школы по техническим наукам

\_\_\_\_\_ Э.С. Клышинский

**Программа вступительного испытания по специальности по  
направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника  
для поступающих на программы подготовки научно-педагогических кадров в  
аспирантуре**

**Профиль 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования»**

Москва, 2017



## **1. Область применения и нормативные ссылки**

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

Программа вступительного испытания по направлению 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиль «Системы автоматизации проектирования 05.13.12 «Системы автоматизации проектирования» направлена на оценку знаний поступающих в аспирантуру по данному профилю.

## **2. Структура вступительного испытания**

Вступительное испытание разделено на две части. Первая часть проводится заочно и состоит в оценке индивидуальных достижений абитуриента, представленных в форме портфолио. Второй частью является собеседование по области будущих исследований абитуриента

### **2.1. Оценка индивидуальных достижений. Структура портфолио**

Для участия в конкурсе оценки индивидуальных достижений (портфолио) абитуриент может предоставить следующие документы, подтверждающие его достижения, а также направление будущих исследований:

- 1. Получение базового образования с отличием.** Диплом о высшем образовании (диплом специалиста, диплом магистра) по профилю аспирантуры, на который поступает абитуриент, и соответствующее приложение к нему, а при отсутствии диплома на период подачи документов - справку из учебной части о сроке окончания программы, а также академическую справку с указанием изученных дисциплин. Учитывается наличие диплома с отличием.
- 2. Документы, подтверждающие опыт научно-исследовательской деятельности абитуриента.**
  - a. Опубликованные или принятые к публикации научные работы (статьи, доклады в сборниках докладов). Подтверждается предоставлением электронных копий подлинников, ссылкой на открытые источники, справкой из редакции о принятии к публикации с обязательным указанием номера журнала и страниц. Публикации должны относиться к тому же направлению, что и тема будущего диссертационного исследования.
  - b. Доклады на международных и российских конференциях, научных семинарах, научных школах и т.д. по направлению будущего диссертационного исследования. Подтверждается предоставлением программы конференции.
  - c. Участие в научно-исследовательских проектах, академических грантах. Подтверждается данными проекта (название, номер гранта, фонд), контактными



данными руководителя проекта и краткой аннотацией (не более 200 слов), разъясняющей суть работы абитуриента.

3. **Предложение будущего направления исследований.** Предложение будущего направления исследований пишется в свободной форме и должно раскрывать следующие вопросы: текущее состояние выбранной отрасли, формулировка проблемы, цели ее исследования, возможные направления исследования, мотивация выбора научного руководителя.
4. **Рекомендательное письмо** от потенциального научного руководителя планируемого диссертационного исследования, в котором отражено его согласие выступить научным руководителем абитуриента в аспирантуре, а также, при знакомстве потенциального руководителя с научной и учебной деятельностью абитуриента, ее характеристика.

## 2.2. Критерии оценки портфолио

Максимальная возможная оценка, в соответствии с перечисленными критериями, составляет 50 баллов.

Критерий оценки	Количество баллов
<b>Базовое образование с отличием</b>	<b>5 баллов</b>
<b>Опыт научно-исследовательской деятельности, Участие в конференциях</b>	<b>Максимум 10 баллов</b>
с публикацией докладов (за каждую)	до 3 баллов
без публикации докладов (за каждую)	до 1 балла
<b>Опыт научно-исследовательской деятельности, Публикация результатов</b>	<b>Максимум 20 баллов</b>
Публикация в издании из списка РИНЦ / один автор (за каждую)	До 2 / до 3 баллов
Публикация в издании из списка ВАК / один автор (за каждую)	До 5 / до 10 баллов
Публикация в иностранном журнале / один автор (за каждую)	До 5 / до 10 баллов
Публикация в издании, входящем в индекс SCOPUS, WoS или аналогичных / один автор (за каждую)	До 10 / до 20 баллов
Свидетельства о государственной регистрации программ и баз данных, патенты на изобретения, патенты на полезные модели, и проч. (за каждую)	5 баллов



Участие в научно-исследовательских проектах (за каждую)	До 5 баллов
<b>Предложение будущего направления исследований</b>	<b>Максимум 10 баллов</b>
<b>Рекомендательное письмо от потенциального научного руководителя</b>	<b>5 баллов</b>

Минимальное количество баллов, необходимых для участия в конкурсе по итогам оценки индивидуальных достижений – 15 баллов. Оценка индивидуальных достижений проводится до начала собеседования.

### **2.3. Структура и процедура проведения собеседования**

Собеседование состоит из двух частей. Абитуриент получает два вопроса из представленных ниже тем программы собеседования. Ему предоставляется 30 минут на подготовку.

В первой части собеседования абитуриент отвечает на подготовленные им два вопроса из программы собеседования. В ходе ответа комиссия может задавать уточняющие вопросы. Оценка за ответы по каждому из вопросов составляет максимум 15 баллов.

Во второй части абитуриент описывает свое видение будущей предметной области. Далее комиссия может задать ему вопросы по поданному предложению будущего направления исследований. Оценка за данную часть собеседования составляет максимум 20 баллов.

Собеседование проводится на русском или английском языке (по желанию абитуриента). собеседование может проводиться дистанционно с использованием информационных технологий

**Минимальное количество баллов, необходимых для участия в конкурсе по итогам собеседования – 15 баллов.**

В случае набора абитуриентами равного количества баллов (полупроходного балла), преимущества получается абитуриент, соответствующий перечисленным ниже критериями. Критерии представлены в порядке убывания значимости.

1. оценка за собеседование;
2. оценка за наличие публикаций;
3. оценка за опыт научно-исследовательской деятельности;
4. средний балл в дипломе.

## **3. Содержание программы собеседования**

### **3.1. Содержание программы собеседования по профилю «05.13.12 «Системы автоматизации проектирования»**

#### **1. Алгоритмические языки и программирование.**



1. Основные этапы решения задач на ЭВМ. Понятие об алгоритмах и способах их представления.
2. Языки программирования. Типы данных. Выражения, операции, операторы. Объекты, инкапсуляция, полиморфизм, наследование.
3. Вычислительные процессы и потоки команд. Итерации, ветвления, циклы.
4. Параллельное программирование. Средства синхронизации потоков. Особенности параллельного программирования.
5. Процедуры. Граф-схемы алгоритмов.
6. Виды языков программирования. Отличия интерпретируемых языков от компилируемых. Декларативный, процедурный и функциональный подходы к программированию.
7. Спецификации, оформление программной документации. Надежность и правильность программного обеспечения.
8. Работа с файловой системой. Управление вводом/выводом. Потоки данных.
9. Шаблоны проектирования в объектно-ориентированном программировании. Примеры шаблонов проектирования.

## **2. Операционные системы.**

1. Исторический очерк и классификация операционных систем. Универсальные и специальные операционные системы.
2. Требования к вычислительным ресурсам. Классификация операционных систем по методу построения ядра. Модульный принцип построения операционных систем.
3. Генерация операционных систем. Управление процессорами, памятью, внешними устройствами, файлами.
4. Физическая и виртуальная память, явление фрагментации. Связное и несвязное распределение памяти, страничное, сегментное и сегментно-страничное распределение памяти.
5. Типы организации файлов, методы и способы доступа к файлам. Виды файловых систем, их устройство.
6. Организация обмена с внешними устройствами на физическом уровне, понятие драйвера.
7. Операционная система UNIX и ее версии. Организация файловой системы, понятие оболочки, существующие инструментальные среды программирования.
8. Современные операционные системы, их виды и особенности работы и устройства.

## **3. Информационное обеспечение САПР.**

1. Классификация данных, используемых в САПР. Основные проблемы, связанные с их хранением и обработкой.
2. Банки данных, общие требования к ним, их традиционная архитектура.
3. Функции систем управления базами данных. Модели данных. Реляционные, иерархические и сетевые базы данных.
4. Понятие о реляционной алгебре и реляционном исчислении.
5. Языки описания и манипулирования данными. Основные черты языка SQL.
6. Этапы разработки информационного обеспечения САПР. Информатическое, концептуальное, физическое проектирование баз данных.
7. Распределенные базы данных. Стратегии распределения.



8. Особенности использования банков данных в составе информационного обеспечения САПР. Подходы к построению специализированных систем управления базами данных для САПР.

#### **4. Лингвистическое обеспечение САПР.**

1. Принципы построения языков программирования и входных языков САПР как базы лингвистического обеспечения САПР.
2. Формальные грамматики. Классификация грамматик по Хомскому. Сравнительные характеристики ограниченных, контекстно-свободных и контекстно-зависимых грамматик.
3. Базовые методы трансляции языков программирования и входных языков.
4. Регулярные грамматики. Регулярные выражения. Эквивалентность грамматик. Конечные автоматы. Методы преобразования конечных автоматов. Минимальный конечный автомат.
5. Лексический анализ. Структуры деревьев трансляции.
6. Генераторы лексических и синтаксических анализаторов. Особенности их применения.
7. Алгоритмы грамматического разбора "сверху-вниз", "снизу-вверх", "слева-направо". Этапы создания трансляторов языков программирования и входных языков САПР.
8. Основные требования к пользовательскому интерфейсу САПР. Стандарты пользовательского интерфейса.

#### **5. Технология разработки программного обеспечения.**

1. Принципы построения и методы разработки прикладного программного обеспечения САПР, архитектура современных ЭВМ и ВС, построение систем управления вычислительными ресурсами.
2. Функции, принципы и способы построения пакетов прикладных программ, реализации в них типовых алгоритмов проектирования. Этапы жизненного цикла программ, их особенности.
3. Особенности технологии программирования сложных программных комплексов. Технологии разработки программного обеспечения.
4. Структурное, модульное, объектно-ориентированное, эволюционное программирование.
5. Гибкие методики разработки программного обеспечения. Итерационная разработка.
6. Методы обеспечения качества программного обеспечения. Стандарты в области обеспечения качества.
7. Документация на проект, ее предназначение. Виды документации, оформляемой на различных этапах разработки программного обеспечения.

#### **6. ЭВМ и периферийные устройства.**

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.
2. Принципы построения и организация функционирования центральной части ЭВМ, запоминающих устройств, процессоров, каналов ввода-вывода.
3. Особенности реализации устройств различных классов ЭВМ на современной элементной базе.
4. Современные методы проектирования устройств ЭВМ на различных иерархических уровнях с использованием соответствующих подсистем САПР ЭВМ.

5. Периферийные устройства ЭВМ, их конструктивные и функциональные особенности. Комплексы технических средств САПР в различных приложениях. Варианты реализации системы прерываний.
6. Методы обеспечения надежности функционирования ЭВМ и периферийных устройств. Системы контроля и диагностики, варианты их реализации в современных ЭВМ.
7. Система команд ЭВМ. Структурная схема процессора. Процессоры с сокращенным (RISC) и полным (CISC) наборами команд. Специализированные процессоры, их роль в САПР.
8. Назначение, параметры и классификация арифметико-логических устройств. Микропрограммное управление. Принципы действия управляющих автоматов с хранимой в памяти и «жесткой» логикой.
9. Распределенные информационные системы. Методы фрагментации и распределения данных. Технология «клиент—сервер».
10. Информационные хранилища. Проектирование информационных хранилищ. NoSQL базы данных

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

1. Понятие машинной графики, геометрического моделирования, графической системы, базового графического пакета. Возможности современной машинной графики.
2. Требуемые вычислительные ресурсы для решения геометрических и графических задач. Технические средства машинной графики.
3. Геометрическое моделирование. Классификация геометрических моделей, способы представления кривых, поверхностей в памяти ЭВМ. Способы построения объемных тел из базовых элементов формы.
4. Геометрия кривых и поверхностей в трехмерном пространстве, их параметрическое описание. Построение кривых.
5. Многочлены Безье. Построение поверхностей.
6. Математический аппарат Кунса, Безье, Эрмита, В-сплайнов, NURBS для решения геометрических задач. Алгоритмы решения метрических задач.
7. Принципы построения прикладных графических программ. Стандарты в машинной графике (на разработку графических систем, на обменные файлы и пр.). Концепция стандарта корневой графической системы.
8. Программная и аппаратная реализация отдельных алгоритмов машинной графики. Алгоритмы отсечения, афинные преобразования, проецирование, развертка, закраска, удаление невидимых линий и поверхностей.
9. Классификация графических систем и их функциональные характеристики. Обзор современных графических систем.
10. Перспективы развития графических устройств машинной графики, способы создания естественных изображений и движений на экране. Отражение, цвет, тени, фактура материала в машинной графике.

### **8. Моделирование систем.**

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

2. Характеристики математических моделей. Точность, адекватность и экономичность. Общая характеристика моделей на микроуровне.
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.
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.
5. Моделирование на системном уровне.
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.
7. Методы дискретного моделирования.

#### **9. Оптимизация в САПР.**

1. Характеристика экстремальных задач в проектировании. Многокритериальность, многопараметричность, алгоритмическая форма моделей. Множество Парето.
2. Критерии оптимальности: частный, аддитивный, мультипликативный, вероятностный, минимаксный.
3. Особенности постановок экстремальных задач при внешнем и внутреннем проектировании. Определение типа целевой функции, расчет весовых коэффициентов.
4. Классификация методов поиска экстремума. Оценка трудоемкости процесса поиска.
5. Методы безусловной оптимизации. Одномерная минимизация.
6. Методы нулевого порядка (покоординатного спуска, Нелдера-Мида, Хука-Дживса, Розенброка).
7. Градиентные методы (наискорейшего спуска, сопряженных градиентов, переменной метрики).
8. Метод Ньютона, методы условной оптимизации. Условия Куна-Таккера.
9. Методы множителей Лагранжа, штрафных функций, проекции градиента.
10. Поиск максимина. Оптимизация с учетом допусков.
11. Методы центрирования и вписывания гиперфигур в область работоспособности. Дискретная оптимизация. Основные сведения из теории сложности задач выбора. Задачи полного перебора.
12. Методы ветвей и границ, локальной оптимизации, Гомори. Примеры эвристических методов оптимизации.
13. Динамическое программирование, принцип оптимальности. Связь задач оптимизации с задачами структурного синтеза.

#### **10. Искусственный интеллект и экспертные системы.**

1. Проблемы, возникающие при представлении в автоматизированных системах неформальных знаний. Формы и способы представления знаний.

2. Модели представления знаний (формальные теории, исчисление предикатов, модели на основе фреймов, продукционные системы, семантические сети). Их особенности, преимущества и недостатки, области предпочтительного применения. Представление в ЭВМ нечетких знаний.
3. Организация поиска решений, методы поиска в больших пространствах состояний (поиск в ширину и глубину, эвристический поиск в альтернативных и иерархических пространствах).
4. Экспертные системы. Их структура, разновидности, методы построения.
5. Понятие о логическом и функциональном программировании. Приемы программирования на базе языков ЛИСП и ПРОЛОГ.
6. Распознавание образов. Классификация методов.
7. Нейронные сети, принципы их работы. Нейронные сети с обратной связью.

### **11. Разработка САПР.**

1. Этапы жизненного цикла промышленных изделий. Структура САПР. Разновидности САПР. Понятие о CALS-технологиях. Системные среды САПР. Системы CAD, CAE, CAM, PDM.
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.
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.
4. Стадии, этапы и процедуры проектирования САПР: предпроектные исследования, системный проект, эскизный проект, технический проект, рабочий проект, испытания и сдача в эксплуатацию.
5. Аналитические и имитационные математические модели САПР. Языки имитационного моделирования. Разработка имитационных моделей сложных систем. Сети Петри.
6. Методы структурного синтеза в САПР: ветвей и границ, поиска с запретами, искусственного интеллекта, распространения ограничений, генетические алгоритмы.
7. CASE средства в САПР. SADT функциональная модель САПР. DFD модель потоков данных в САПР. Стандарты IDEF0, IDEF3, IDEF1X. Унифицированный язык моделирования UML.
8. CALS-технологии. Основные определения и решаемые задачи. Стандарты CALS-технологии. Языки SGML, XML. STEP-технология. Язык Express. Стандарты управления качеством промышленной продукции.
9. Системы автоматизированного проектирования в машиностроении: основные функции и проектные процедуры, системы AutoCad, Solid Works, Ansys. Системы автоматизированного проектирования в радиоэлектронике: основные функции и проектные процедуры, системы P-Cad, Microsim, Microcap.

### **ЛИТЕРАТУРА**



1. И.П. Норенков, В.Б. Маничев. Основы теории и проектирования САПР. М.: "Высшая школа", 1990.
2. Системы автоматизации проектирования в радиоэлектронике. // Справочник под ред. И.П. Норенкова. М.: "Радио и связь", 1986.
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. Учебник для вузов.- М: МГТУ им. НЭ Баумана, 2002.
4. Головицына М.В. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств. Учебник. 2008.
5. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии.-М.: Изд-во МГТУ им. НЭ Баумана, 2002.
6. Д. А. Аветисян и др. Системы автоматизированного проектирования: типовые элементы, методы и процессы. М.: Изд-во стандартов, 1985.
7. Корячко В.П., Курейчик В.М., Норенков И.П. Теоретические основы САПР. Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1987.
8. Ю.Х. Вермишев. Основы автоматизации проектирования. М.: "Радио и связь", 1988.
9. Пухальский Г. И. Проектирование микропроцессорных систем. СПб: Политехника, 2001.- 544.
10. Я. А. Хегагуров. Основы проектирования управляющих вычислительных систем. М.: "Радио и связь", 1991.
11. И.С. Максимей. Имитационное моделирование. М.: "Радио и связь", 1988.
12. А.Г. Алексеенко, И.И. Шагурин. Микросхемотехника. М.: "Радио и связь", 1987.
13. И.П. Бушминский и др. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры. Учебник для ВУЗов. М.: "Радио и связь", 1989.
14. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, восьмое издание. М. Вильямс. 2005.
15. Т. Тиори, Д. Фрай. Проектирование структур баз данных. М.: "Мир". 1985.
16. В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. Сетевые операционные системы. - СПб.: Питер, 2009
17. Современные операционные системы, Таненбаум Э., Бос Х., 2015.
18. Н.А. Северцев. Надежность сложных систем в эксплуатации и разработке. М.: "Высшая школа", 1989.
19. Большаков В.П. Инженерная и компьютерная графика. СПб.: БХВ-Петербург, 2004.
20. Строгалев В.П., Толкачева И.О. Имитационное моделирование. Учебное пособие // Москва. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2-е издание. 2015. – 296 стр.
21. Представление и использование знаний. // Под. ред. Х. Уэно. М. Исидзукс. М.: "Мир", 1989.
22. Э. Хант. Искусственный интеллект. М.: "Мир", 1978.
23. Рассел С. и Норвиг П. Искусственный интеллект. М.: Вильямс, 2007.
24. Люгер Дж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание, Вильямс, 2005.
25. Томас Х. Кормен и др. Алгоритмы: построение и анализ, 3-е издание. М.: Вильямс, 2013.