

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»

Программа кандидатского экзамена

СК-РП-15.1-04-22

Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

А.А. Куркин

«6» апреля 2022 г



Кафедра «Графические информационные системы»

ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2.5.1.

«ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА. ЦИФРОВАЯ
ПОДДЕРЖКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ»

Область науки:

2. Технические науки

Группа научных специальностей:

2.5. Машиностроение


Наименование отрасли науки, по которой
присуждаются ученые степени:

технические науки

Научная специальность

2.5.1. Инженерная геометрия и компью-
терная графика. Цифровая поддержка
жизненного цикла изделия

Нижний Новгород 2022

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-ПП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

Программа предназначена для методического сопровождения процесса подготовки аспирантов (соискателей) к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.5.1.«Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделия».

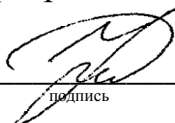
Программа составлена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

1. Федеральные государственные требования к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре - приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951.
2. Паспорт научной специальности 2.5.1.«Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделия», разработанный экспертами ВАК Минобрнауки России в рамках Номенклатуры научных специальностей, утвержденной приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 г. № 118.
3. Учебный план НГТУ по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.5.1.«Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделия».

РЕКОМЕНДОВАНА кафедрой «Графические информационные системы» (ГИС)

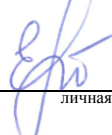
протокол № 3 от "5" апреля 2022г.


Заведующий кафедрой «ГИС»

к.т.н., доц.  Филинских А.Д.
подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:


И.о. декана факультета подготовки специалистов высшей квалификации

 Трубочкина Е.Л. «6» апреля 2022 г.
личная подпись расшифровка подписи дата

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения	4
2	Программа кандидатского экзамена по специальности	
	2.5.1.«Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая под- держка жизненного цикла изделия»	4
3	Дополнительная программа	9
	Приложение. Пример оформления дополнительной программы	10

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

1 Общие положения

Программа кандидатского экзамена по специальной дисциплине состоит из двух частей:

1) основная программа по специальности, разработанной в соответствии с паспортом научной специальности 2.5.1.«Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделия»;

2) дополнительной программы, разрабатываемой аспирантом (соискателем).

Экзаменационные билеты должны включать 2-3 вопроса из основной программы и 1-2 вопроса из дополнительной программы.

2 Программа кандидатского экзамена по специальности 2.5.1.«Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделия»

Программа составлена в соответствии с паспортом специальности 2.5.1.«Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделия», основана на совокупности геометрических дисциплин: начертательной геометрии, инженерной и машинной (компьютерной) графике, в том числе проективная, аналитическая, дифференциальная, многомерная, конструктивная геометрия, теория формальных языков, теория алгоритмов.

Раздел 1. Основы инженерной геометрии


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

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

Нелинейные графические модели пространства, параметризация моделей.

Основные геометрические схемы построения обратимых чертежей. Основные понятия номограммно-координатного способа моделирования пространства. Номографические методы отображения пространства. Коррелятивные модели сетчатых номограмм. Номограммы для эмпирических зависимостей.

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

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-ПП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

Раздел 2. Современные методы и средства инженерной графики

Система стандартизации современной инженерной графики (ЕСКД, ЕСТД, СПДС) и проблемы ее развития в связи с появлением и развитием средств автоматизации, вычислительной техники и САПР-, CALS-, ВМ- концепций.

Основные понятия о базах и базировании в машиностроении, строительстве и архитектуре.

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.

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.

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.

Разработка новых процессов и моделей инженерной графики на основе CALS и ВМ- концепций.


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

Раздел 3. Современные методы и средства компьютерной графики

Основные понятия и определения машинной графики. Представление и хранение изображений. Линейная и растровая графика

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

Визуализация пространственных объектов. Виды аппаратов 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 докумен-

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-ПП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

тации. Методы и способы построения фотореалистичных изображений пространственных объектов и сцен.

Раздел 4. Проективная геометрия

Построение проективного пространства, отношения принадлежности и порядка. Принцип двойственности. Первая 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.

Геометрия кривых линий 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, гиперболы, параболические, 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 кремоновых преобразованиях. Многозначные и трансцендентные преобразования.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования <i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

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.

Раздел 5. Геометрическое моделирование. Методы разработки геометрических моделей объектов и процессов их воспроизведения

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

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.

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

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


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. Учет геометрических условий. Технологии параметризации двумерных и трехмерных геометрических объектов. Применение параметризации для конструирования двумерных и трехмерных фигур с подсчетом минимального и необходимого количества параметров, реализуемых на чертеже размерами.

Понятие об электронной модели изделия.

Каркасное моделирование. Формирование и ограничения каркасных моделей. Поверхностное моделирование. Типы применяемых поверхностей, преимущества и недостатки поверхностного моделирования.

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

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
	<i>«Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»</i>
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

сечений твердотельных объектов. Проверка и редактирование твердотельных моделей.

Растровые методы геометрического моделирования. Понятие вокселя. Бинарное, квадро- и октодеревя. операции над деревьями.

Раздел 6. Современная концепция проектирования. Цифровая поддержка информационных процессов. CALS- и BIM-концепции

Геометрические модели и методы в информационных (включая геоинформационных) технологиях и системах; методологии цифровой поддержки процессов ЖЦИ, включая постановку, формализация, типизация, автоматизация и компьютеризация проектных процедур и процессов проектирования, оптимизацию методов и средств для практического применения в составе CALS- и BIM-концепций.

Геометрические и другие научные основы построения систем и средств цифровой поддержки процессов ЖЦИ, разработка и исследование методов, моделей и алгоритмов синтеза и анализа решений различного уровня, включая конструкторские и технологические решения.

Новые методы и средства функционирования комплекса «Человек – Машина». Геометрические и другие научные основы построения средств цифрового документирования, безбумажного документооборота, процессов работы электронных архивов технической документации, взаимодействия с изготовителем и потребителем изделий. Научные основы построения средств компьютерной графики, методов геометрического моделирования проектируемых объектов и синтеза виртуальной реальности. Научные основы обучения цифровой поддержке процессов ЖЦИ.

Графические пакеты и системы.

Объектно-ориентированная технология разработки интерактивных систем. Структурно-лингвистический подход, применяемый при проектировании графического пакета (системы).


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-, CALS- и BIM- концепций.


	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

2.6 Основная литература

1. Д. Роджерс, Дж. Адамс. 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. Энкарначчо, 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.

3 Дополнительная программа

Дополнительная программа, самостоятельно составляемая аспирантом (соискателем), включает в себя титульный лист, не менее 15 вопросов по теме диссертации и не менее 15 источников литературы. Дополнительная программа должна быть подписана научным руководителем и согласована с деканом факультета подготовки специалистов высшей квалификации. Пример оформления дополнительной программы приведен в Приложении.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

ПРИЛОЖЕНИЕ

Пример оформления дополнительной программы

Минобрнауки России
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФСВК

_____ Р.Ш. Бедретдинов


«__» _____

Дополнительная программа

к кандидатскому экзамену


по специальности 2.5.1.«Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая
 поддержка жизненного цикла изделия»

Нижний Новгород 2022

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	


Дополнительная программа экзамена по специальности

1. Графический пользовательский интерфейс в системах компьютерной графики
2. Эргономические характеристики интерфейсов человеко-машинных сред (ЧМС)
3. Стандарты разработки интерфейсов ЧМС в компьютерной графике
4. Методы оценки интерфейсов ЧМС
5. Методы исследования графических интерфейсов пользователя при помощи технических систем
6. Эвристики в компьютерной графике. Понятие. Виды
7. Несостоятельность эвристик Нельсона в условиях развития современной компьютерной графике
8. Экспертная оценка в компьютерной графике
9. Метод экспертной оценки графических интерфейсов пользователя
10. Несостоятельность экспертного метода оценки графического пользовательского интерфейса в области компьютерной графики
11. Критерии выбора методик оценки интерфейсов в компьютерной графике
12. Методы оптимизации графического пользовательского интерфейса
13. Метод оптимизационного геометрического проектирования при разработке графических интерфейсов
14. Математическое обеспечение средств проектирования и совершенствования графических человеко-машинных интерфейсов
15. Программное обеспечение средств проектирования и совершенствования интерактивных графических человеко-машинных интерфейсов

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
	СК-РП-15.1-04-22
Факультет подготовки специалистов высшей квалификации	

Список литературы

1. «User friendly,» Solutions Factory, 2021. [В Интернете]. Available: https://www.glossary-internet.ru/terms/U/user_friendly/. [Дата обращения: Апрель 2021].
2. М. Горбунов, Учебное пособие ТЕОРИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, Томск, 2010, pp. 37-43.
3. А. Крянев и С. Семенов, «К ВОПРОСУ О КАЧЕСТВЕ И НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ,» Функциональная надежность. Теория и практика, № 4, pp. 90-109, 2013.
4. Г. Бобровников и А. Клебанов, Комплексное прогнозирование создания новой техники, Москва, 1989, p. 205.
5. «Как вычислить выбросы,» [В Интернете]. Available: <https://ru.wikihow.com/%D0%B2%D1%8B%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B8%D1%82%D1%8C-%D0%B2%D1%8B%D0%B1%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%8B>. [Дата обращения: 7 Апрель 2021].
6. В. Глушков, «О прогнозировании на основе экспертных оценок,» Наукоедение. Прогнозирование. Информатика., 1970.
7. В. Глушков, Методика программного прогнозирования развития науки и техники, Москва: Гос. Комитет Сов. Мин. СССР по науке и техн., 1971, p. 270.
8. Г. М. Добров, Ю. В. Ершов, Е. И. Левин и Л. П. Смирнов, Экспертные оценки в научно-техническом прогнозировании, В. С. Михалевич, Ред., Киев: Наук. думка, 1974, p. 160.

	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева»
	Программа кандидатского экзамена
СК-РП-15.1-04-22	Факультет подготовки специалистов высшей квалификации

9. Г. Шишкова, Менеджмент (Управленческие решения): учебно-методический модуль, Москва: Издательство Ипполитова, 2002.
10. R. Jeffries, J. R. Miller, C. Wharton and K. M. Uyeda, "Interface Evaluation in the Real World: A Comparison of Four Techniques," Hewlett-Packard Laboratories, Chicago, 1991.
11. В. Зенг, «ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ,» Известия ТулГУ. Технические науки, № 12, pp. 404-410, 2019.
12. A. Ghazaryan, «How to Conduct a Usability Heuristic Evaluation» Designmodo Inc., New York, 2014.
13. A. Ballav, «Nielsen's Heuristic Evaluation: Limitations in Principles and Practice,» User Experience Magazine, № 4, 2017.
14. С. Ф. Сергеев, Методы тестирования и оптимизации интерфейсов информационных систем: учебное пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. –117 с.
15. И.А. Спицина, Применение системного анализа при разработке пользовательского интерфейса информационных систем: учеб. пособие / И.А. Спицина, К.А. Аксёнов.— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018.—100 с.
16. А.Д. Филинских, Информационная метрика передачи и восстановления геометрических моделей в профессиональных программных средах: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013

Научный руководитель

к.т.н., доцент

Филинских А.Д.