

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия»**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе  
и информатизации, профессор

 /Джендубаев А.-З.Р./

« 31 » 03 2016 г.



**ПРОГРАММА –МИНИМУМ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ  
МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ»**

программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
направление 09.06.01 Информатика и вычислительная техника  
профиль (направленность) Математическое моделирование, численные методы  
и комплексы программ

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ: ОЧНАЯ, ЗАОЧНАЯ

Черкесск – 2016

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Математика»

от «15» 02 2016 г. Протокол № 7

Заведующий кафедрой,

д.ф.-м.н., профессор

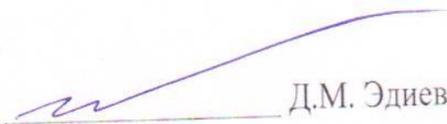
  
А.М. Кочкаров

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена Советом  
института Прикладной математики и информационных технологий

«16» 02 2016 г. Протокол № 4

Председатель Совета института ПМиИТ,

д.ф.-м.н., профессор

  
Д.М. Эдиев

Согласовано:

Начальник управления по научной работе  
и подготовке кадров высшей квалификации,

д.пед.н., профессор

  
М.Ю. Айбазова

Начальник отдела подготовки кадров

высшей квалификации, к.э.н., доцент

 - Л.Д. Токова

Разработчик:

д.ф.-м.н., профессор

к.ф.-м.н., доцент

  
А.М. Кочкаров

  
А.А. Токова

## **Общие положения**

Цель экзамена – установить глубину профессиональных знаний соискателя ученой степени, уровень подготовленности к самостоятельной научно-квалификационной работе.

Обучающийся за время обучения в аспирантуре обязан сдать кандидатские экзамены по дисциплинам «История и философия науки»; «Иностранный язык» и профильной дисциплине.

Настоящая программа определяет порядок проведения кандидатского экзамена по профильной дисциплине и состоит из типовой программы, вопросов к кандидатскому экзамену и рекомендуемой литературы.

Форма проведения кандидатского экзамена: устно (экзамен).

Билеты содержат 3 вопроса. Результаты оцениваются по 5-бальной шкале.

Балл «5» ставится за полный и обоснованный ответ со всеми доказательствами и обоснованиями; аспирант должен показать глубокое знание предмета, умение сопоставлять теорию и практику; знать базовые определения и понятия программы дисциплины.

Балл «4» ставится за недостаточно полный и обоснованный ответ. Имеющиеся в ответе неточности не являются принципиальными; аспирант должен показать глубокое знание предмета, умение сопоставлять теорию и практику; знать базовые определения и понятия программы дисциплины.

Балл «3» ставится, если аспирант на вопросы билета ответил только частично; отвечает на поставленные вопросы только с помощью экзаменатора; допускает существенные ошибки в формулировках теорем, определений и доказательств теорем, лемм и утверждений.

Балл «2» ставится, если не было правильного ответа на два вопроса билета или аспирант не знает основных понятий программы дисциплины.

## Содержание программы

### **Математическое моделирование.**

Основные понятия и принципы математического моделирования. Моделирование как метод научного познания. Классификация моделей. Этапы построения математической модели. Математические модели нелинейных объектов и процессов. Простейшие математические модели. Модели, получаемые из фундаментальных законов природы. Методы исследования математических моделей. Методы качественного анализа. Устойчивость динамических систем. Устойчивость периодических решений. Орбитальная устойчивость. Фазовые портреты консервативных систем. Предельные циклы. Бифуркации нелинейных динамических систем. Асимптотические и геометрические методы исследования математических моделей. Элементарная теория возмущений, регулярные и сингулярные возмущения. Метод погранфункции. Интегральные многообразия и построение упрощенных моделей. Декомпозиция линейных систем с быстрыми и медленными переменными. Декомпозиция нелинейных сингулярно возмущенных дифференциальных систем. Математическое моделирование, особенности, методы и подходы. Роль ЭВМ в моделировании процессов природного, техногенного характеров. Структурные, функциональные, дискретные и непрерывные модели. Линейные и нелинейные модели. Линеаризация. Детерминированные, вероятностные, статистические, динамические, стационарные, квазистационарные и т.д. модели. Законы механики в биологии, медицине (модели – передвижение животных по суше, полет птиц, процессы кровообращения и движения лимфы в живом организме, процессы деления клеток, образование мускульной силы и т.д.). Механика и ее модели – основа науки о Земле. (О движении воздушных масс, океанических волн и ледников, о течении рек, землетрясениях, вулканической деятельности и т.д.). Математическое моделирование в технике, в отраслях промышленности, сельского хозяйства, транспорта, строительстве, технологических процессах. Метод построения математической модели дви-

жения тела. Математическое моделирование эволюционных систем (моделирующиеся как задача Коши). Математическое моделирование движения систем при диссипативном сопротивлении. Математические модели проблем современного естествознания, строящиеся на базе дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка. Математическое моделирование неустановившегося движения газа с конечными возмущениями (движение газа при плоском, сферическом детонационных взрывах, в некотором удалении от эпицентра атомного взрыва в адиабатической трубе). Моделирование волны разгрузки в пластической среде. Алгоритм расчета. Модельный подход к процессам извлечения газа, нефти из природных пластов. Методы численной реализации указанных математических моделей. Математическое моделирование реакции систем на интенсивные локальные внешние воздействия. Алгоритм расчетов подобных моделей. Ячеисто-послойный метод. Модифицированный метод характеристик.

#### **Численные методы.**

Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа. Численные методы безусловной оптимизации. Градиентный метод. Метод Ньютона и его модификации. Метод сопряженных направлений. Численные методы условной оптимизации. Метод штрафных функций. Метод барьерных функции. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.

#### **Вычислительный эксперимент. Алгоритмические языки.**

Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

## ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Белов, П.С. Математическое моделирование технологических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие (конспект лекций)/ Белов П.С.— Электрон. текстовые данные.— Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2016.— 121 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43395>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Емельянов, А.А. Имитационное моделирование экономических процессов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Емельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Финансы и статистика, 2014.— 416 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18803>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Саталкина, Л.В. Математическое моделирование [Электронный ресурс]: задачи и методы механики. Учебное пособие/ Саталкина Л.В., Пеньков В.Б.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 97 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22880>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ашихмин, В.Н. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ашихмин В.Н., Гитман М.Б., Келлер И.Э.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2004.— 439 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9063>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Беликова, Н.А. Математическое моделирование. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Беликова Н.А., Горелова В.В., Юсупова О.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2009.— 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20477>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Зарубин, В.С. Математическое моделирование в технике [Текст]: учеб. для вузов/ В.С. Зарубин; под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко.- 2-е изд., стер.- М.: МГТУ им. Н.Э. баумана, 2003.- 496 с.
4. Коробков, П.Н. Математическое программирование и моделирование экономических процессов [Текст]: учебник/ П.Н. Коробков.- СПб.: ООО ДНК, 2003.- 376 с.
5. Лапчик, М.П. Численные методы [Текст]: учеб. пособие для вузов/ М.П. Лапчик, М.И. Рагулина, Е.К. Хеннер.- М.: Академия, 2009.- 384 с.
6. Маликов, Р.Ф. Основы математического моделирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Маликов Р.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2010.— 368 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12015>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
7. Никулин, К.С. Математическое моделирование в системе Mathcad [Электронный ресурс]: методические рекомендации по выполнению контрольных работ по курсу «Компьютерное инженерное моделирование»/ Никулин К.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2009.— 65 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46717>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
8. Тартышников, Е.Е. Методы численного анализа [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов/ Е.Е. Тартышников.- М.: Академия, 2007.- 320 с.

## **Примерный перечень вопросов для сдачи экзамена**

1. Основные понятия и принципы математического моделирования.
2. Моделирование как метод научного познания.
3. Классификация моделей.
4. Этапы построения математической модели.
5. Математические модели нелинейных объектов и процессов.
6. Простейшие математические модели.
7. Модели, получаемые из фундаментальных законов природы.
8. Методы исследования математических моделей.
9. Методы качественного анализа.
10. Устойчивость динамических систем.
11. Устойчивость периодических решений. Орбитальная устойчивость.
12. Фазовые портреты консервативных систем. Предельные циклы.
13. Бифуркации нелинейных динамических систем.
14. Асимптотические и геометрические методы исследования математических моделей.
15. Элементарная теория возмущений, регулярные и сингулярные возмущения.
16. Метод погранфункции.
17. Интегральные многообразия и построение упрощенных моделей.
18. Декомпозиция линейных систем с быстрыми и медленными переменными.
19. Декомпозиция нелинейных сингулярно возмущенных дифференциальных систем.
20. Математическое моделирование, особенности, методы и подходы.
21. Роль ЭВМ в моделировании процессов природного, техногенного характеров.
22. Структурные, функциональные, дискретные и непрерывные модели.
23. Линейные и нелинейные модели. Линеаризация.

24. Детерминированные, вероятностные, статистические, динамические, стационарные, квазистационарные и т.д. модели.
25. Законы механики в биологии, медицине (модели – передвижение животных по суше, полет птиц, процессы кровообращения и движения лимфы в живом организме, процессы деления клеток, образование мускульной силы и т.д.).
26. Механика и ее модели – основа науки о Земле. (О движении воздушных масс, океанических волн и ледников, о течении рек, землетрясениях, вулканической деятельности и т.д.).
27. Математическое моделирование в технике, в отраслях промышленности, сельского хозяйства, транспорта, строительстве, технологических процессах. Метод построения математической модели движения тела.
28. Математическое моделирование эволюционных систем (моделирующиеся как задача Коши).
29. Математическое моделирование движения систем при диссипативном сопротивлении.
30. Математические модели проблем современного естествознания, строящиеся на базе дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка.
31. Математическое моделирование неустановившегося движения газа с конечными возмущениями (движение газа при плоском, сферическом детонационных взрывах, в некотором удалении от эпицентра атомного взрыва в адиабатической трубе).
32. Моделирование волны разгрузки в пластической среде. Алгоритм расчета.
33. Модельный подход к процессам извлечения газа, нефти из природных пластов.
34. Методы численной реализации указанных математических моделей.
35. Математическое моделирование реакции систем на интенсивные локальные внешние воздействия. Алгоритм расчетов подобных моделей.

36. Ячеисто-послойный метод.
37. Модифицированный метод характеристик.
38. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
39. Численное дифференцирование и интегрирование.
40. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры.
41. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
42. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.
43. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др.
44. Численные методы вейвлет-анализа.
45. Численные методы безусловной оптимизации.
46. Градиентный метод.
47. Метод Ньютона и его модификации.
48. Метод сопряженных направлений.
49. Численные методы условной оптимизации.
50. Метод штрафных функций.
51. Метод барьерных функции.
52. Симплекс-метод решения задач линейного программирования.
53. Принципы проведения вычислительного эксперимента.
54. Модель, алгоритм, программа.
55. Представление о языках программирования высокого уровня.
56. Пакеты прикладных программ.

## РЕЦЕНЗИЯ

на программу-минимум кандидатского экзамена по дисциплине Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ направление подготовки кадров высшей квалификации 09.06.01 Информатика и вычислительная техника направленность (профиль) «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», разработанную д.ф.-м.н., проф. Кочкаровым А.М. и к.ф.-м.н., доцентом Токовой А.А.

Содержание программы охватывает весь материал, необходимый для подготовки к кандидатскому экзамену по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре направления 09.06.01 Информатика и вычислительная техника.

В программе отражены цели кандидатского экзамена. Учитывая перспективы практической и научной деятельности аспирантов, требования к знаниям и умениям на кандидатском экзамене осуществляются в соответствии с уровнем общекультурных и профессиональных компетенций.

Программа кандидатского экзамена включает ряд разделов – «Математическое моделирование», «Численные методы», «Вычислительный эксперимент. Алгоритмические языки». В программе приводятся критерии оценки знаний и умений аспирантов.

Рабочая программа отражает специфику научного направления, сложившуюся в вузе, авторские разработки.

### **Заключение:**

Проект программы кандидатского экзамена по специальной дисциплине по профилю (направленности) «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре направления 09.06.01 Информатика и вычислительная техника выполнен по всем требованиям и может быть использован как базовый вариант.

Рецензент  
к.ф.-м.н., доцент



Коркмазова З.О.

## Лист переутверждения рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа:

одобрена на 20\_\_/20\_\_ учебный год. Протокол № \_\_ заседания кафедры

от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

одобрена на 20\_\_/20\_\_ учебный год. Протокол № \_\_ заседания кафедры

от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

одобрена на 20\_\_/20\_\_ учебный год. Протокол № \_\_ заседания кафедры

от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

одобрена на 20\_\_/20\_\_ учебный год. Протокол № \_\_ заседания кафедры

от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

одобрена на 20\_\_/20\_\_ учебный год. Протокол № \_\_ заседания кафедры

от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_