

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «КнАГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФКТ

\_\_\_\_\_ И.А. Трещёв  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

### **2.1.5 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»**

ОПОП ВО

научной специальности

1.1.2. Математическое моделирование, численные методы  
и комплексы программ

Форма обучения	очная
Технология обучения	традиционная
Трудоемкость дисциплины	2 з.е.
Язык образования	русский

Рабочая программа обсуждена и  
одобрена на заседании кафедры  
«Прикладная математика»

Заведующий кафедрой  
«Прикладная математика»

Протокол № \_\_\_\_\_ от  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_ А.Л. Григорьева  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Автор рабочей программы дисциплины  
канд.техн.наук

\_\_\_\_\_ С.А. Гордин  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Введение

Учебная дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» входит в блок «Дисциплины» образовательного компонента учебного плана и является обязательной дисциплиной подготовки аспирантов по научной специальности 1.1.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Структура рабочей программы соответствует федеральным государственным требованиям, утвержденным приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951.

При изучении данной дисциплины у аспирантов должны сформироваться компетенции, необходимые для научно-исследовательской деятельности в области математического моделирования, численных методов и программирования, а также знания, умения и владения, необходимые в дальнейшей профессиональной деятельности, в том числе и для подготовки диссертации.

Дисциплина реализуется частично в форме практической подготовки, непрерывно. Дисциплина может быть реализована непосредственно в ФГБОУ ВО «КнАГУ» или в профильной организации.

Распределение нагрузки в часах при изучении дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» представлено ниже.

Вид нагрузки	Объем, академические часы	Объем в форме практической подготовки, академические часы
Лекции	18	0
Самостоятельная работа	54	6
Общее количество часов	72	6
2.3.5. Кандидатский экзамен по математическому моделированию, численным методам и комплексам программ	36	-

## 1 Пояснительная записка

### 1.1 Предмет, цели, задачи, принципы построения и реализации дисциплины

Предметом изучения дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» являются современные математические модели прикладной математики, механики и других естественных наук, численные методы и комплексы программ.

Цель дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» – формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний, умений и навыков в области современных математических моделей, численных методов и комплексов программ, составляющих базовое содержание фундаментальной и прикладной математики, механики и других естественных наук.

Задачи курса:

- знакомство с понятиями теории математического моделирования и основными типами моделей;

- изучение теоретических основ, приемов и методов математического моделирования;
- знакомство с качественными и приближенными численными методами исследования математических моделей;
- формирование знаний численных методов решения научных, технических, фундаментальных и прикладных задач;
- формирование навыков выбора адекватных и рациональных расчетных схем решения прикладных задач;
- формирование умений математически описывать предметные области, решать типовые и прикладные задачи, используя современное прикладное программное обеспечение.

Построение и реализация курса основывается на следующих принципах:

- принцип соответствия установленным требованиям ФГТ и требованиям внутривузовских нормативных документов;
- системность и логическая последовательность представления учебного материала и его практических приложений;
- профессиональная направленность, связь теории и практики обучения с будущей профессиональной деятельностью, в целом с жизнью, предусматривает учет будущей специальности и профессиональных интересов аспирантов;
- принцип доступности, обеспечивающий соответствие объемов и сложности учебного материала реальным возможностям аспирантов;
- принцип модульного построения дисциплины заключается в том, что каждый из компонентов (модулей) дисциплины имеет определенную логическую завершенность по отношению к установленным целям и результатам воспитания и обучения;
- принцип формирования мотивации, положительного отношения к процессу обучения, предлагая актуальные темы для обсуждения и используя такие методы обучения, которые дадут возможность аспирантам проявить себя наилучшим образом, раскрыть свои знания;
- принцип сознательности означает сознательное партнерство и взаимодействие с преподавателем, что непосредственно связано с развитием самостоятельности аспиранта, его творческой активности и личной ответственности за результативность обучения;
- принцип прочности усвоения материала достигается за счет его многократного воспроизведения в разных контекстах на протяжении всего курса.

## 1.2 Роль и место дисциплины в структуре реализуемой программы аспирантуры. Планируемые результаты освоения

Учебная дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» изучается в 4 полугодия обучения. По результатам освоения дисциплины в период промежуточной аттестации предусмотрена сдача кандидатского экзамена.

Планируемые результаты освоения дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Планируемые результаты освоения по дисциплине

Код результата освоения	Планируемый результат освоения
ПКЗ	<b>Сформированная профессиональная компетенция – способность</b>

Код результата освоения	Планируемый результат освоения
3 (ПК3)	разрабатывать фундаментальные основы и применять математическое моделирование, численные методы и комплексы программ для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем <b>Знание</b> теоретических основ современных математических моделей, используемых для моделирования объектов и явлений
У (ПК3)	<b>Умение</b> реализовывать эффективные численные методы и алгоритмы в виде комплексов проблемно-ориентированных программ
В (ПК3)	<b>Владение</b> навыками разработки, обоснования и тестирования эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий

### 1.3 Характеристика трудоемкости дисциплины и ее отдельных компонентов

Характеристика трудоемкости дисциплины представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика трудоемкости дисциплины

Наименование показателя	Полугодие	Трудоемкость			
		Всего		В том числе, академические часы	
		Зачетные единицы	Академические часы	Аудиторные занятия	Самостоятельная работа
1 Трудоемкость дисциплины в целом	4	2	72	18	54
2 Трудоемкость по видам аудиторных занятий - лекции	4	-	18	18	-
3 Промежуточная аттестация - кандидатский экзамен	4	1	36	-	-

### 1.4 Входные требования для освоения дисциплины

Знания, умения и владения, необходимые для освоения дисциплины формируются при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин в рамках освоения программ специалитета и/или магистратуры и проверяются в процессе сдачи вступительного экзамена в аспирантуру по специальной дисциплине, вопросы к которому приведены в приложении А.

## 2 Структура и содержание дисциплины

Структура и содержание дисциплины представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины

Наименования разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (общая / в форме практической подготовки), академические часы	Результаты освоения	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
1 Математическое моделирование	Элементы теории функций и функционального анализа. Основы вариационного исчисления. Корректность постановки задач. Математические модели в механике.	24/2	3 (ПКЗ) У (ПКЗ) В (ПКЗ)	ПД1, ФН1 ФН2
2 Численные методы	Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Метод конечных элементов. Метод граничных элементов.	24/2	3 (ПКЗ) У (ПКЗ) В (ПКЗ)	ПД1, ФН1 ФН2
3 Компьютерные технологии	Применение современных компьютерных средств для моделирования различных процессов, для автоматизации расчетов и обработки экспериментальных данных. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ. САЕ-технологии.	24/2	3 (ПКЗ) У (ПКЗ) В (ПКЗ)	ПД1, ФН1 ФН2
Трудоемкость дисциплины		72/6		
Промежуточная аттестация – кандидатский экзамен		36		

## 2.1 Программа аудиторных занятий

Программа аудиторных занятий представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Программа аудиторных занятий

Тематика аудиторных занятий	Трудоемкость (общая/в форме практической подготовки), академические часы	Результаты освоения	
	Лекции	Знания, умения, навыки, компетенции	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
Задачи математического моделирования. Постановка задачи, начальные и краевые условия.	2	3 (ПКЗ) У (ПКЗ) В (ПКЗ)	ПД1, ФН1 ФН2
Элементы теории функций и функционального анализа	2	3 (ПКЗ) У (ПКЗ) В (ПКЗ)	ПД1, ФН1 ФН2
Основы вариационного исчисления	2	3 (ПКЗ) У (ПКЗ) В (ПКЗ)	ПД1, ФН1 ФН2
Постановка задачи численного решения. Погрешность. Сходимость. Устойчивость метода.	2	3 (ПКЗ) У (ПКЗ) В (ПКЗ)	ПД1, ФН1 ФН2
Оптимизационные задачи. Численные методы поиска экстремума	2	3 (ПКЗ) У (ПКЗ) В (ПКЗ)	ПД1, ФН1 ФН2
Численные методы решения дифференциальных уравнений. Разностные схемы.	2/2	3 (ПКЗ) У (ПКЗ) В (ПКЗ)	ПД1, ФН1 ФН2
Метод конечных элементов. Метод граничных элементов.	2/2	3 (ПКЗ) У (ПКЗ) В (ПКЗ)	ПД1, ФН1 ФН2
Программное обеспечение для задач математического моделирования	2	3 (ПКЗ) У (ПКЗ) В (ПКЗ)	ПД1, ФН1 ФН2
Элементы теории эксперимента и обработки экспериментальных данных	2/2	3 (ПКЗ) У (ПКЗ) В (ПКЗ)	ПД1, ФН1 ФН2
<b>Итого в 4 полугодии</b>	<b>18/6</b>	–	-

## 2.2 Программа самостоятельной работы

Предусмотрены следующие виды самостоятельной работы аспирантов:

– самостоятельное изучение разделов дисциплины (перечень тем для самостоятельного изучения представлен в **приложении А**);

– выполнение отчета по индивидуальному заданию (методические указания по выполнению индивидуального задания и перечень тем для индивидуального задания представлены в **приложении Б**).

Программа самостоятельной работы представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Программа самостоятельной работы

Вид самостоятельной работы/оценочное средство	Трудоемкость (общая/в форме практической подготовки), академические часы	Результаты освоения	
		Знания, умения, навыки, компетенции	Виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя
Самостоятельное изучение разделов дисциплины/тест	27/2	31, У1, В1 (ПК-3)	ПД1, ФН1 ФН2
Выполнение индивидуального задания	27/2	31, У1, В1 (ПК-3)	ПД1, ФН1 ФН2
<b>Итого в 4 полугодия</b>	<b>54/4</b>	–	-

## 2.3 Индивидуальное задание

Индивидуальное задание выполняется в рамках выполнения самостоятельной работы – выполнении отчета в соответствии с индивидуальным заданием. Тема индивидуального задания должна быть определена в соответствии с темой диссертации и отраслью защиты конкретного аспиранта и отражена в индивидуальном учебном плане (подробнее – в методических рекомендациях по выполнению индивидуального задания (**приложение Б**)).

## 3 Технологии и методическое обеспечение контроля результатов учебной деятельности аспирантов

### 3.1 Технологии и методическое обеспечение текущего контроля успеваемости аспирантов

Текущий контроль успеваемости аспирантов ведется по результатам выполнения практических заданий и собеседования на консультациях с преподавателем.

### 3.2 Технологии и методическое обеспечение контроля промежуточной успеваемости

Контроль промежуточной успеваемости аспирантов осуществляется в форме кандидатского экзамена. Система получения оценки за экзамен представлена в таблице 6.



Таблица 6 – Система получения зачета

Оценочное средство	Знание, умение, навык, компетенции, виды профессиональной деятельности, трудовые функции и знания преподавателя	Оценка результата	Процедура оценивания результата освоения с помощью оценочного средства*
отчет	31, У1, В1 (ПК-3), ПД1, ФН1 ФН2	1	Не собран материал для написания отчета, не проведен обзор научных источников, отсутствует анализ собранного материала
		2	Выполнен минимальный сбор материала для написания отчета, отчет практически полностью (более чем на 70%) состоит из цитирований научных источников
		3	Собран материал для написания отчета, обзор научных источников выполнен поверхностно, уровень оригинальности работы не более 50%
		4	собран материал для написания отчета, не проведен обзор научных источников, анализ научного материала отсутствует; уровень оригинальности работы более 50% но менее 70%
		5	собран материал для написания отчета, не проведен обзор научных источников, выполнен анализ научного материала; уровень оригинальности работы более 70%
Вопросы к кандидатскому экзамену	31, У1, В1 (ПК-3), ПД1, ФН1 ФН2, КЭЗ	1	Нет ответов на поставленные вопросы, кандидатский экзамен не сдан
		2	Нет ответов на поставленные вопросы, кандидатский экзамен не сдан
		3	Нет ответов на вопросы, но есть отдельные фрагментарные знания по теме вопросов, кандидатский экзамен сдан
		4	Ответы на вопросы не полные, но раскрывающие основную их суть, кандидатский экзамен сдан
		5	Даны исчерпывающие ответы на вопрос, кандидатский экзамен сдан
<p><b>Оценка кандидатского экзамена = (0,1*оценка за отчет + 0,3*оценка за первый вопрос основной программы + 0,3*оценка за второй вопрос основной программы + 0,3*оценка за вопрос дополнительной программы)*1 (если среднеарифметическая оценочных средств более 3), *0 (если среднеарифметическая оценочных средств менее 3). Дробное значение округляется до целого по правилам математики.</b></p>			

## **4 Ресурсное обеспечение дисциплины**

### **4.1 Список основной учебной, учебно-методической, нормативной и другой литературы и документации**

1. Лялин, В.Е. Математическое моделирование и информационные технологии в экономике предприятия / В.Е. Лялин, А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. – Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2014. 292 с.
2. Исаев, Г.Н. Моделирование информационных ресурсов: теория и решение задач / Г.Н. Исаев. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2013. 223 с.
3. Орлова, И.В. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование / И.В. Орлова, В.А. Половников. – М.: ИНФРА-М, 2013. 388 с.
4. Федосеев, В.В. Экономико-математические модели и прогнозирование рынка труда / В.В. Федосеев. – М.: Вузовский учебник: Инфра-М, 2013. 142 с.
5. Сидняев, Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных / Н.И. Сидняев. – М.: Юрайт, 2011; 2012; 2014. – 199 с.
6. Седельников, Г.Д. Методика и результаты математического моделирования, оптимизации и исследования статических характеристик энергосберегающих систем малооборотных дизелей / Г.Д. Седельников, А.Ю. Попов. – Владивосток: Дальнаука, 2011. 257 с.
7. Бычков, Ю.А. Расчёт математических моделей динамических систем аналитически-численным методом / Ю.А. Бычков, С.В. Щербаков. – СПб.: Технолит, 2010. 379 с.
8. Зарубин, В.С. Математическое моделирование в технике / В.С. Зарубин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. 495 с.
9. Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений : учеб. пособие / В. Е. Зализняк. – М. : Юрайт, 2014; 2012. – 356 с.
10. Раннев, Г. Г. Интеллектуальные средства измерений : учебник для вузов / Г. Г. Раннев. – М. : Академия, 2011. – 263 с.
11. Лесин, В. В. Основы методов оптимизации : учеб. пособие для вузов / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. – СПб. : Лань, 2011. – 341 с.
12. Морозов, В. К. Моделирование информационных и динамических систем : учеб. пособие для вузов / В. К. Морозов, Г. Н. Рогачев. – М. : Академия, 2011. – 377 с.
13. Гордин, С.А. Методы обработки экспериментальных данных: учебное пособие / С.А. Гордин, А.А. Соснин, И.В. Зайченко, В.Д. Бердоносков. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2022. – 75 с. ISBN 978-5-7765-1501-9
14. Бормотин, К. С. Расчёт технологических параметров в интегрируемом комплексе программ : учеб. пособие для вузов / К. С. Бормотин, А. И. Олейников. – Комсомольск-на-Амуре : Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2014. – 64 с.
15. Бормотин, К. С. Оптимальное проектирование в системах MSC.Patran, MSC.Nastran / К. С. Бормотин. – Комсомольск-на-Амуре : Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2015. – 57 с.

### **4.2 Список дополнительной учебной, учебно-методической, научной и другой литературы и документации**

1. Агальцов, В. П. Базы данных : учебник для вузов : в 2 кн. Кн.1 : Локальные базы данных / В. П. Агальцов. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2011. – 349 с.
2. Баженова, И. Ю. Основы проектирования приложений баз данных : учеб. пособие / И. Ю. Баженова. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 324 с.

3. Еременко, Ю. И. Интеллектуальные системы принятия решений и управления : учеб. пособие для вузов / Ю. И. Еременко. – Старый Оскол : Изд-во ТНТ, 2015. – 401 с.
4. Добромыслов, А. Н. Расчёт железобетонных сооружений с использованием программы "Ли́ра" / А. Н. Добромыслов. – М. : Изд-во АСВ, 2015. – 195 с.
5. Жилкин, В. А. Азбука инженерных расчётов в MSC Patran-Nastran-Marc : учеб. пособие для вузов / В. А. Жилкин. – СПб.; Челябинск : Проспект Науки 2013. – 572 с.
6. Информатика : учебник / А. Б. Золотов, П. А. Акимов, В. Н. Сидоров, М. Л. Мозгалева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во АСВ, 2013. – 400 с.
7. Калугин, В. Т. Моделирование процессов обтекания и управления аэродинамическими характеристиками летательных аппаратов / В. Т. Калугин, Г. Г. Мордвинцев, В. М. Попов; под ред. В. Т. Калугина. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011. – 527 с.
8. Компьютерные технологии при проектировании и эксплуатации технологического оборудования : учеб. пособие для вузов / Г. В. Алексеев, И. И. Бриденко, В. А. Головацкий, Е. И. Верболюз. – СПб. : ГИОРД, 2012. – 252 с.
9. Королев, А. Л. Компьютерное моделирование : учебник / А. Л. Королев. – М. : Бинум. Лаборатория знаний, 2013. – 230 с.
10. Кудрявцев, Е. М. Методы решения организационных задач : учебник / Е. М. Кудрявцев. – М. : Изд-во АСВ, 2015. – 334 с.
11. Кузин, А. В. Базы данных : учеб. пособие для вузов / А. В. Кузин, С. В. Левонисова. – М. : Академия, 2012. – 315 с.
12. Маликов, Р. Ф. Основы математического моделирования : учеб. пособие для вузов / Р. Ф. Маликов. – М. : Горячая линия - Телеком, 2010. – 366 с.
13. Мацяшек, Л. А. Практическая программная инженерия на основе учебного примера / Л. А. Мацяшек, Б. Л. Лионг; пер. с англ. А.М.Епанешникова, В.А.Епанешникова. – М. : Бинум. Лаборатория знаний, 2013. – 956 с.
14. Панюкова, Т. А. Численные методы : учеб. пособие для вузов / Т. А. Панюкова. – М. : Либроком, 2013. – 224 с.
15. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечёткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский; пер. с пол. И.Д.Рудинского. – М. : Горячая линия - Телеком, 2013. – 383 с.
16. Советов, Б. Я. Интеллектуальные системы и технологии : учебник для вузов / Б. Я. Советов, В. В. Цехановский, В. Д. Чертовский. – М. : Академия, 2013. – 318 с.
17. Сосинская, С. С. Представление знаний в информационной системе. Методы искусственного интеллекта и представления знаний : учеб. пособие для вузов / С. С. Сосинская. – Старый Оскол : Изд-во ТНТ, 2015; 2014. – 215 с.
18. Учаев, П. Н. Оптимизация инженерных решений в примерах и задачах : учеб. пособие для вузов / П. Н. Учаев, С. А. Чевычелов, С. П. Учаева; под общ.ред. П.Н.Учаева. – Старый Оскол : Изд-во ТНТ, 2014. – 175 с.

### **4.3 Перечень программных продуктов, используемых при изучении дисциплины**

MS Office (Word, Excel, Power Point).

### **4.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: электронно-библиотечные системы, перечень профессиональных баз данных, перечень информационно-справочных систем**

1 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM - <http://www.znanium.com/>

2 Электронные информационные ресурсы издательства Springer *Springer Journals*  
<https://link.springer.com>

3 Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com>)

4 Информационно-справочная система «Консультант плюс»

5 Научная электронная библиотека Elibrary.ru – <http://elibrary.ru/>

#### 4.5 Другие информационные ресурсы

1 <http://en.edu.ru> - Естественнонаучный образовательный портал.

2 <http://www.school.edu.ru> - Российский общеобразовательный портал.

3 <http://uisrussia.msu.ru/is4/main.jsp> - Университетская информационная система России. База электронных ресурсов для исследований и образования в области экономики, социологии, политологии, международных отношений и других гуманитарных наук.

4 <http://www.redline-isp.ru/> - Российская образовательная телекоммуникационная сеть.

5 <http://edu.ru/> - Федеральный портал «Российское образование».

6 <http://www.openet.ru/> - Российский портал открытого образования.

7 <http://www.hayka.ru/> – наука и образование, электронный журнал.

8 <http://www.antiplagiat.ru/> – российская система обнаружения текстовых заимствований.

#### 4.6 Материальное обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование компонента программы аспирантуры	Наименование помещений	Оснащенность помещений	Местоположение помещений
<b>Специальные помещения и оборудование для реализации образовательного компонента программы аспирантуры, в том числе для проведения проведения учебных занятий по дисциплинам (модулям) в формах, устанавливаемых организацией; прохождения аспирантами практики. Специальные помещения и оборудование для проведения контроля качества освоения образовательного компонента посредством текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации</b>				
1	Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

### **(обязательное)**

#### **Вопросы к вступительному испытанию**

1. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.
2. Численные методы решения систем линейных уравнений.
3. Численное интегрирование.
4. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.
5. Интерполяция и аппроксимация функций.
6. Формализация понятия алгоритма на основе машины Тьюринга.
7. Логическая программа и ее вычисление.
8. Интерпретация логической программы с помощью метода унификации.
9. Семантика, корректность, сложность и деревья поиска в теории логических программ.
10. Контекстно свободные грамматики. Лексический и синтаксический анализ на основе формы Бэкуса-Наура.
11. Методы интерпретации алгебраических выражений.
12. Принципы модульного и структурного программирования.
13. Линейные структуры данных: стек, очередь, циклический список; нелинейные структуры данных: граф, дерево. Их программная реализация.
14. Алгоритмы перебора с возвратом.
15. Методы сортировки: сортировка Шелла, быстрая сортировка Хоара, пирамидальная сортировка, сортировка с помощью слияния.
16. Реляционные операторы в базах данных: выбор, соединение, проекция, деление.
17. Базы данных и нормальные формы.
18. Системы запросов в базах данных.
19. Инкапсуляция в объектно-ориентированном программировании: открытые, защищенные и закрытые члены класса. Составные и дружественные функции. Конструкторы и деструктор.
20. Наследование в объектно-ориентированном программировании: производные и абстрактные классы. Их отличие от контейнерных и дружественных классов.
21. Полиморфизм в объектно-ориентированном программировании: виртуальные функции и классы. Перегрузка функций и операторов для класса.
22. Методология системного подхода. Виды интеграции.
23. Двухуровневая стратегия управления запасами. Расчет оптимальной траектории поставок материалов. Планирование потребности в поставке материальных ресурсов в условиях неполноты информации о структуре производственной программы.

24. Пакеты прикладных программ для решения задач управления запасами.

25. Структура автоматизированной подсистемы управления качеством (АСУК).

26. Принципы и методология эволюционного и оперативного подходов к построению подсистем АСУК продукции.

27. Современные методы проектирования автоматических систем управления. Прикладные программы для проектирования интегрированных АСУП и АСУТП. Структура нейрокомпьютеров и нейронных сетей.

#### Список литературы для подготовки к вступительному экзамену

1. Лялин, В.Е. Математическое моделирование и информационные технологии в экономике предприятия / В.Е. Лялин, А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. – Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2014. 292 с.

2. Исаев, Г.Н. Моделирование информационных ресурсов: теория и решение задач / Г.Н. Исаев. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2013. 223 с.

3. Головин, Ю. А. Информационные сети : учебник для вузов / Ю. А. Головин, А. А. Суконщиков, С. А. Яковлев. – М. : Академия, 2013; 2011. – 376 с.

4. Информационные системы : учебное пособие для вузов / Ю. С. Избачков, В. Н. Петров, А. А. Васильев, И. С. Телина. – СПб. : Питер, 2011. – 539 с.

5. Афанасьева, Н. Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента : учеб. пособие для вузов / Н. Ю. Афанасьева. – М. : КноРус, 2013. – 330 с

6. Воскобойников, Ю. Е. Регрессионный анализ данных в пакете Mathcad : учеб. пособие / Ю. Е. Воскобойников. – СПб. : Лань, 2011. – 224 с

7. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных : учеб. пособие для магистров / Н. И. Сидняев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2014. – 495 с.

8. Баженова, И. Ю. Основы проектирования приложений баз данных : учеб. пособие / И. Ю. Баженова. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 324 с.

9. Дворецкий, С.И. Моделирование систем / С.И. Дворецкий, Ю.Л. Муромцев, В.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе. – М., 2009. – 316 с. 7.

10. Ивоботенко, Б.А. Планирование эксперимента в электромеханике / Б.А. Ивоботенко, Н.Ф. Ильинский, И.П. Копылов. – М.: Энергия, 1975. - 184 с.

11. Алиев Р.А., Управление производством при нечеткой исходной информации: Монография / Р.А. Алиев, А.Э. Церковный, Г.А. Мамедова, - М: Энергоатомиздат, 1991. - 240 с.

12. Автоматизация технологических и производственных процессов в машиностроении : учебник для вузов / Ю. З. Житников, Б. Ю. Житников, А.

Г. Схиртладзе и др.; под общ. ред. Ю. З. Житникова. – Старый Оскол : Изд-во ТНТ, 2014. – 655 с.

13. Моделирование систем : учеб. пособие для вузов / И. А. Елизаров, Ю. Ф. Мартемьянов, А. Г. Схиртладзе, А. А. Третьяков. – Старый Оскол : Изд-во ТНТ, 2014. – 135 с.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

### **(обязательное)**

#### **Перечень тем для самостоятельного изучения**

1. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике.
2. Универсальность математических моделей.
3. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
4. Вариационные принципы построения математических моделей
5. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.
6. Математическое моделирование методов адаптивного управления
7. Имитационное моделирование взаимодействия групп объектов
8. Исследование устойчивости «вход – состояние» для нелинейных систем
9. Построение управления на основе теории скользящих режимов
10. Наблюдатели для нелинейных систем



## **ПРИЛОЖЕНИЕ В** **(обязательное)**

### **Методические указания по выполнению индивидуального задания**

Индивидуальное задание аспиранту выдается с учетом тематики его диссертационных исследований. Выполненное индивидуальное задание должно быть оформлено в виде отчета, который должен быть оформлен в соответствии с РД 013 «Текстовые студенческие работы. Правила оформления». Результаты индивидуального задания могут быть аспирантом опубликованы и использованы в диссертационной работе.

Тематика индивидуального задания должна быть связана с разработкой фундаментальных основ и применением математического моделирования, численных методов и комплексов программ для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных задач.

### **Варианты тем индивидуальных заданий**

1. Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений.
2. Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей.
3. Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий.
4. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.
5. Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента.
6. Разработка новых математических методов и алгоритмов проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурального эксперимента.
7. Разработка новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурального эксперимента на основе его математической модели.
8. Разработка систем компьютерного и имитационного моделирования.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Г** **(обязательное)**

### **Вопросы к кандидатскому экзамену (основная программа)**

#### **1. Элементы теории функций и функционального анализа**

Понятие меры и интеграла Лебега. Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций. Пространства Соболева. Линейные непрерывные функционалы. Теорема Хана-Банаха. Линейные операторы. Элементы спектральной теории. Дифференциальные и интегральные операторы.

#### **2. Экстремальные задачи. Выпуклый анализ**

Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.

#### **3. Теория вероятностей. Математическая статистика**

Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации.

#### **4. Принятие решений**

Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения.

#### **5. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта**

Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов.

#### **6. 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.

#### **7. Вычислительный эксперимент**

Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.

#### **8. Алгоритмические языки**

Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ.

## **9. Основные принципы математического моделирования**

Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей

## **10. Методы исследования математических моделей**

Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.

## **11. Математические модели в научных исследованиях**

Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. Задачи редукции к идеальному прибору. Синтез выходного сигнала идеального прибора. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции. Модели динамических систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением.

**Список литературы для подготовки к кандидатскому экзамену указан в разделе 5 рабочей программы**

