

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ПРОГРАММА**

вступительных испытаний

по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Научная специальность **1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**

Составлена:

Доцент кафедры УТС, к.т.н.

  
\_\_\_\_\_

*подпись*

Ульянов А.Д.

Братск, 2022

Программа рассмотрена на заседании кафедры УТС от «27» октября 2022 г.,  
протокол № 3.

И.о. зав. кафедрой УТС Гр  
(подпись)

Григорьева Т.А.  
(Ф.И.О.)

Принята на заседании ученого совета ФЭиА от «24» октября 2022 г., протокол № 2.

Декан ФЭиА Яковкина  
(подпись)

Яковкина Т.Н.  
(Ф.И.О.)

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |                                                                                                                              |   |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1 | Общие положения .....                                                                                                        | 4 |
| 2 | Программа вступительного экзамена.....                                                                                       | 5 |
| 3 | Экзаменационные вопросы .....                                                                                                | 6 |
| 4 | Рекомендуемая литература .....                                                                                               | 7 |
| 5 | Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «интернет»<br>необходимых для подготовки к экзамену .....        | 8 |
|   | Приложение. Шкала оценивания результатов вступительных испытаний по<br>программе подготовки кадров высшей квалификации ..... | 9 |

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программы вступительных испытаний при приеме на обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре формируются на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

Расписание вступительных испытаний с указанием мест их проведения доводится до сведения поступающих путем размещения информации на официальном сайте ФГБОУ ВО «БрГУ» не позднее чем за 14 календарных дней до их начала.

Вступительные испытания проводятся:

- очно с соблюдением пункта 37 Правил приема и (или) с использованием дистанционных технологий при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний в соответствии с Положением об экзаменационной комиссии (приказ ФГБОУ ВО «БрГУ» от 04.02.2022 г. №32).

Для поступающих на места в рамках контрольных цифр приема за вычетом целевой квоты, по договорам об оказании платных образовательных услуг, на места в пределах целевой квоты, на определенное направление подготовки, для российских и иностранных граждан устанавливаются одинаковые вступительные испытания.

Вступительные испытания проводятся на русском языке.

Поступающие сдают следующие вступительные испытания:

- специальную дисциплину, соответствующую программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее - специальная дисциплина).

В случае очного проведения вступительных экзаменов:

- вступительный экзамен по специальной дисциплине проходит следующим образом: каждый допущенный к экзамену тянет билет с вопросами, готовится к ответу на вопросы письменно на экзаменационных листах, отвечает устно членам экзаменационных комиссий (при необходимости). Продолжительность письменного вступительного экзамена – 90 минут.

Каждый билет содержит по 3 вопроса (два вопроса включают экзаменационные вопросы по разделам, третий вопрос носит характер вопроса-беседы по будущей теме диссертационного исследования). Проверку и оценивание ответов проводит каждый член экзаменационной комиссии по научной специальности аспирантуры в отдельности. Качество ответа на вопрос оценивается весовым коэффициентом. Для определения баллов за каждое задание максимальный балл за это задание умножается на выставленный весовой коэффициент. Максимальная оценка первого и второго вопроса – 25 баллов (Приложение). Максимальная оценка третьего вопроса – 50 баллов.

Экзаменационная комиссия вправе задать дополнительный вопрос (вопросы), в случае сомнения при оценивании поступающего.

Каждое вступительное испытание оценивается отдельно. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания равно 45 (сорок пять). Минимальное количество баллов не может быть изменено в ходе приема.

Результаты вступительного испытания объявляются на официальном сайте не позднее третьего рабочего дня после проведения вступительного испытания.

После объявления результатов письменного вступительного испытания поступающий (доверенное лицо) имеет право ознакомиться со своей работой (с работой поступающего) в день объявления результатов письменного вступительного испытания или в течение следующего рабочего дня.

Поступающий однократно сдает каждое вступительное испытание.

## **2. ПРОГРАММА**

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: моделирование систем, математические модели и методы, теория управления, программирование и основы алгоритмизации, прикладное программирование, информационное обеспечение систем управления.

### **2.1. Математическое моделирование**

Основные этапы математического моделирования. Понятие математической модели. Структура математической модели: векторы параметров; прямая, обратная задачи, задача идентификации. Свойства математических моделей: полнота, точность, адекватность, экономичность, работоспособность. Структурная и функциональная модели. Теоретические и эмпирические модели. Представление математической модели в безразмерной форме. Стационарные и нестационарные модели. Динамические модели. Фазовый портрет консервативной системы. Качественные или аналитические методы исследования математических моделей. Алгоритмы и методы компьютерного моделирования на основе результатов натурных экспериментов. Алгоритмы и методы имитационного моделирования на основе анализа математических моделей. Проблемно-ориентированные коды и вычислительные эксперименты. Сравнение результатов вычислительных экспериментов либо с результатами натурных экспериментов, либо с результатами анализа математических моделей.

### **2.2. Численные методы**

Понятие погрешности. Понятие сходимости. Приближение функций. Интерполирование. Подбор эмпирических формул. Численное дифференцирование. Численное интегрирование. Прямые методы решения систем линейных уравнений. Итерационные методы решения систем линейных уравнений. Задачи на собственные значения. Одномерная оптимизация: задачи на экстремум; метод золотого сечения; метод Ньютона. Многомерные задачи оптимизации: минимум функции нескольких переменных; метод покоординатного спуска; метод градиентного спуска. Разностные методы решения ОДУ. Задача Коши: методы решения. Краевая задача: методы решения. Элементы теории разностных схем. Эффективные вычислительные методы и алгоритмы с применением современных компьютерных технологий. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.

### **2.3. Комплексы программ**

Универсальные пакеты прикладных программ. Способы преобразования математических моделей к алгоритмическому виду. Вычислительные операции линейной алгебры. Алгоритмы векторно-конвейерных вычислений. Распараллеливание матричных вычислений. Операции с разреженными матрицами. Системы автоматизированного проектирования (САПР). Системы расчетов и инженерного анализа (CAE). Системы конструкторского проектирования (САЯ). Проектирование технологических процессов (CAE). Система управления проектными данными (РДМ). CALS-технологии. Функции и характеристики сетевых информационных систем. Постановка и проведение натурных экспериментов, статистический анализ их результатов, в том числе с применением современных компьютерных технологий.

### **3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Основные этапы математического моделирования. Понятие математической модели.
2. Структура математической модели: векторы параметров; прямая, обратная задачи, задача идентификации.
3. Свойства математических моделей: полнота, точность, адекватность, экономичность, работоспособность.
4. Структурная и функциональная модели.
5. Теоретические и эмпирические модели.
6. Представление математической модели в безразмерной форме.
7. Стационарные и нестационарные модели.
8. Динамические модели.
9. Фазовый портрет консервативной системы.
10. Понятие погрешности. Понятие сходимости.
11. Приближение функций. Интерполирование.
12. Численное дифференцирование.
13. Численное интегрирование.
14. Прямые методы решения систем линейных уравнений.
15. Итерационные методы решения систем линейных уравнений.
16. Задачи на собственные значения.
17. Одномерная оптимизация: задачи на экстремум; метод золотого сечения; метод Ньютона.
18. Многомерные задачи оптимизации: минимум функции нескольких переменных; метод покоординатного спуска; метод градиентного спуска.
19. Разностные методы решения ОДУ.
20. Задача Коши: методы решения.
21. Краевая задача: методы решения.
22. Элементы теории разностных схем.
23. Способы преобразования математических моделей к алгоритмическому виду.
24. Вычислительные операции линейной алгебры.
25. Алгоритмы векторно-конвейерных вычислений.
26. Операции с разреженными матрицами.
27. Системы автоматизированного проектирования (САПР).
28. Системы расчетов и инженерного анализа (CAE).
29. Системы конструкторского проектирования (САЯ).
30. Функции и характеристики сетевых информационных систем.

#### 4. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Теория автоматического управления: Учебник для вузов / С.Е. Душин, Н.С. Зотов, Д.Х. Имаев и др./ под ред. В.Б. Яковлева. – 2-е изд., перераб.–М.: Высш. школа, 2005. – 567 с.
2. Никулин Е.А. Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем: Учеб. пособие для вузов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 640 с.
3. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник для вузов в 5-ти т./ под ред. К.А. Пупкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. – (Методы теории автоматического управления). Т.1: Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления. – 2004. – 656 с.
4. Теория автоматического управления: Учебник для вузов / С.Е. Душин, Н.С. Зотов, Д.Х. Имаев и др./ под ред. В.Б. Яковлева. – 2-е изд., перераб.–М.: Высш. школа, 2005. – 567 с.
5. Александров А.Г. Оптимальные и адаптивные системы. – М.: Высш. школа, 2009. – 263 с.
6. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: Учеб. для вузов по спец. “Автоматизир. системы обработки информ. и упр.”. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. – 343 с.: ил.
7. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике: Учеб. Для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – М: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001. – 496 с.
8. Армстронг Дж. Р. Моделирование цифровых систем. - М.: Мир, 2012.- 174 с.
9. Бенькович Е.С., Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Практическое моделирование динамических систем. – СПб: БХВ – Петербург, 2002. – 464 с: ил.
10. Попков Ю.С. Динамика неоднородных систем. Вып.8. – М.: 2003. – 350 с.
11. Дейч А.М. Методы идентификации динамических объектов. – М.: Энергия, 1979.
12. Эйкхофф А. Основы идентификации систем управления. Оценивание параметров и состояния. – М.: Мир, 2005.
13. Информационные системы/ Петров В.Н. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
14. Хомоненко А.Д., Цыганков В.М., Мальцев М.Г. Базы данных: Учебник для высших заведений / Под ред. проф. А.Д. Хомоненко. – СПб.: КОРОНА принт, 2002. – 672 с.
15. Райордан Р. Основы реляционных баз данных/ Пер. с англ. – М.: Издательско – торговый дом “Русская редакция”, 2001. – 384 с.
16. Теория и практика построения баз данных. / Д.Крёнке. – СПб.: Питер, 2003. – 800 с.
17. Мышкис А.Д. Элементы теории математических моделей. М.: Наука, 2004.
18. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. – М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012.
19. Системы автоматизированного проектирования: в 9 кн. / по ред. И.П. Норенкова. М.: Высшая школа., 1986.
20. Рябенский В.С. Введение в вычислительную математику. – М.: Физматлит, 2014.
21. Турчак Л.И., Плотников П.В. Основы численных методов. – М.: Физматлит, 2002.

**5. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=)
2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog>.
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru>.
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»  
<http://e.lanbook.com>.
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru>.
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>.
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/>.
8. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/>.
9. Информационный центр «Библиотека имени К. Д. Ушинского» РАО. – URL:  
<http://www.gnpbu.ru>
10. Научная библиотека МГУ им. Ломоносова. – URL: <http://nbmgu.ru>

**Шкала оценивания результатов вступительных испытаний  
по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре**

| Вид погрешности или ошибки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Весовые<br>коэфф. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <p>Ответ на теоретический вопрос дан полностью, приведены необходимые примеры, формулы, алгоритмы, варианты.</p> <p>Решение задачи верное, выбран рациональный путь решения.</p> <p>В рамках собеседования получены ответы на все уточняющие вопросы.</p>                                                                                                                                                                                                                                               | 1,0               |
| <p>Ответ на теоретический вопрос дан полностью, приведены все формулы, представлен их вывод и пояснения. Поступающий путается в процессе приведения практических примеров, алгоритмов, вариантов, но, в целом, верно применяет на практике теоретические положения.</p> <p>Решение задачи верное, но путь не рационален или имеются один - два недочета*.</p> <p>Получены ответы на большинство уточняющих вопросов.</p>                                                                                | 0,9               |
| <p>Решение верное, но путь не рационален и имеются два - три недочета или негрубых ошибки**. Ответ на теоретический вопрос дан, приведены все основные формулы, представлен их вывод с незначительными замечаниями, представлены все пояснения. В ответе замечено 1-2 неточности. Поступающий приводит некорректные практические примеры, алгоритмы, варианты, отражающие не полное понимание приложения теоретических положений на практике. Получены ответы на большую часть уточняющих вопросов.</p> | 0,8               |
| <p>Решение верное, но путь не рационален и имеются два - три недочета и негрубых ошибки. Ответ на теоретический вопрос дан, приведены все основные формулы, представлен их вывод с некоторыми замечаниями, приведены все пояснения. В ответе замечено 1-2 неточности. Поступающий приводит некорректные практические примеры, алгоритмы, варианты, отражающие не полное понимание применимости теоретических положений на практике. Получены ответы более чем на 50% уточняющих вопросов.</p>           | 0,7               |
| <p>Ход решения задачи верный, но есть несколько негрубых ошибок или решение не завершено. Ответ на теоретический вопрос дан, приведены все основные формулы, сделана попытка произвести вывод формул, представлены все необходимые пояснения. В ответе замечено 2-3 неточности. Поступающий не привел примеров, алгоритмов, вариантов или они не верные. Получены ответы на ряд уточняющих вопросов</p>                                                                                                 | 0,6               |
| <p>Ход решения задачи верный, но есть несколько негрубых ошибок и решение не завершено. Ответ на теоретический вопрос дан, приведены все основные формулы без вывода, представлены все необходимые пояснения с замечаниями в них. В ответе замечено 2-3 неточности. Поступающий не привел примеров, алгоритмов, вариантов или они не верные. Получены ответы на несколько уточняющих вопросов.</p>                                                                                                      | 0,5               |
| <p>Допущены грубые ошибки***, но ответ получен (неверный).</p> <p>Ответ на теоретический вопрос дан частично. Представлена большая часть основных формул и пояснений. При собеседовании ответы на нераскрытые в ответе вопросы даны с помощью 1-2 наводящих вопросов экзаменатора.</p>                                                                                                                                                                                                                  | 0,4               |
| <p>Допущены грубые ошибки, ответ не получен.</p> <p>Ответ на теоретический вопрос дан частично. Представлена часть основных формул и пояснений. При собеседовании ответы на нераскрытые в ответе вопросы даны с помощью 2-3 наводящих вопросов экзаменатора.</p>                                                                                                                                                                                                                                        | 0,3               |
| <p>Допущены грубые ошибки, и ответ не получен, либо решение лишь начато, то что начато - без ошибок. Поступающий очень поверхностно (обтекаемо)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0,2               |

|                                                                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| отвечает на теоретический вопрос. Не владеет терминологией. При собеседовании ответы на нераскрытые в ответе вопросы не даны даже с помощью наводящих вопросов экзаменатора. |     |
| Решение начато, но продвижение ничего не дает для результата. Поступающий пытается ответить на теоретический вопрос, но ответ в большей части не соответствует теме вопроса. | 0,1 |
| Задача не решалась или написаны только исходные данные. Ответ на вопрос отсутствует или полностью не соответствует теме вопроса.                                             | 0   |

**\*Недочет** - незначительные (непринципиальные) арифметические, грамматические ошибки

**\*\*Негрубые ошибки** - технические ошибки в применении формул, не влияющие на смысл решения; необоснованность логических (верных) выводов.

**\*\*\*Грубые ошибки:** Логические, приводящие к неверному заключению; арифметические ошибки, искажающие смысл ответа; неверный чертеж в технических задачах; принципиальные ошибки в применении элементарных формул.