

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Университет «Дубна»  
(государственный университет «Дубна»)**

Институт системного анализа и управления  
Кафедра системного анализа и управления



**ПРОГРАММА**

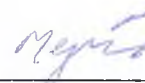
**вступительного испытания по специальности  
для поступающих на программу подготовки научных и  
научно-педагогических кадров в аспирантуре**

Область науки:	1. Естественные науки
Группа научных специальностей:	1.2. Компьютерные науки и информатика
Шифр и наименование научной специальности	1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
Тип образовательной программы:	программа аспирантуры
Форма обучения:	очная
Срок освоения образовательной программы:	3 года

Дубна, 2022 г.

**Авторы программы:**

Черемисина Евгения Наумовна — доктор технических наук, профессор, кафедра системного анализа и управления



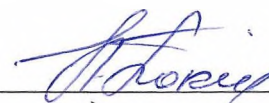
подпись

Кирпичёва Елена Юрьевна — кандидат технических наук, доцент, кафедра системного анализа и управления



подпись

Токарева Надежда Александровна — кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра информационных технологий



подпись

Программа вступительного испытания по специальности сформирована в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021 г. N 951.

Программа вступительного испытания одобрена на заседании кафедры системного анализа и управления

Протокол заседания № 4 от «23» 09 2022 г.

Заведующий кафедрой  Е.Н. Черемисина

подпись

«23» 09 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

И.о. директора института системного анализа и управления



Е.Ю. Кирпичева

подпись

«23» 09 2022 г.

### **Аннотация**

Программа вступительного испытания сформирована в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021 г. N 951.

Программа вступительного испытания по научной специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ разработана с соблюдением требований, предусмотренных законодательством Российской Федерации об информации, информационных технологиях и о защите информации.

Цель вступительного испытания — оценка уровня освоения поступающим компетенций, необходимых для обучения по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности **1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**

Вступительное испытание проводится в форме устного экзамена. В программе представлены:

- описание процедуры вступительного экзамена;
- критерии оценки результатов экзамена;
- содержание разделов общей и специальной части программы;
- перечень экзаменационных вопросов;
- список рекомендованной литературы для подготовки к экзамену.

### **Процедура вступительного экзамена**

Вступительный экзамен проводится в форме устного собеседования по вопросам экзаменационного билета, связанных с разделами программы вступительного испытания. В экзаменационном билете три вопроса: два вопроса связаны с оценкой компетенций для освоения выбранной научной специальности, они соответствуют разделам общей части программы; один вопрос формулируется на основе специальной части программы и соответствует планируемой теме научного исследования.

Время подготовки устного ответа составляет не более 40 минут. По истечении отведенного времени соискатель будет приглашен для сдачи экзамена. По желанию соискателя, время подготовки может быть сокращено. После ответа на вопросы экзаменационного билета, могут быть заданы дополнительные уточняющие вопросы.

Общее время, отведенное на ответы экзаменационного билета для одного соискателя, составляет не более 30 минут.

Дополнительные материалы и оборудование на вступительном экзамене не используются.

Оценка вступительного испытания сообщается соискателям в день экзамена, после завершения ответов всех соискателей и закрытого обсуждения экзаменационной комиссией.

### **Критерии оценки результатов испытания**

Ответы на вопросы билета вступительного экзамена оцениваются по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Отказ от ответа на один вопрос билета является, как правило, основанием для выставления неудовлетворительной оценки за вступительный экзамен в целом. Сопоставление характеристик ответов соискателя и оценок приведено далее в таблице.

<i>Оценка</i>	<i>Характеристики ответа</i>
Отлично	Ответы полные, логичные, конкретные, без замечаний. Продemonстрированы знания профессиональной проблематики и терминологии.
Хорошо	Ответы полные, логичные, конкретные, с незначительными замечаниями в отношении знания профессиональной проблематики и терминологии
Удовлетворительно	Ответы неполные, отсутствует логика изложения, допущены существенные фактологические ошибки. Продemonстрированы слабые знания профессиональной терминологии.
Неудовлетворительно	Ответы не представлены или не соответствуют поставленным вопросам.

### **Содержание программы**

#### **Общая часть**

Разделы общей части включают основные понятия, терминологию, теоретические положения и практические навыки, необходимые для обучения по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

#### **1. Математическое моделирование**

Математические модели. Цели построения, классификация. Основные принципы математического моделирования. Универсальность математических моделей. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Линейное программирование. Прямая и двойственная задачи линейного программирования. Теоремы двойственности. Выпуклое программирование. Совпадение локального и глобального оптимумов в задаче выпуклого программирования. Теорема Куна–Таккера. Целочисленное линейное программирование. Задача о рюкзаке. Метод отсечения. Метод ветвей и границ. Задачи оптимизации на графах (задача поиска кратчайшей связывающей сети, задача о кратчайшем пути, задача коммивояжера). Математическое моделирование с помощью искусственных нейронных сетей. Компьютерное и имитационное моделирование. Методология имитационного моделирования. Область применения. Математический аппарат имитационного

моделирования. Принципы и методы построения имитационных моделей. Компьютерные среды и языки имитационного моделирования.

## 2. Методы вычислений (численные методы)

Погрешность результата численного решения задачи, ее источники. Задача интерполирования. Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона, погрешность полиномиальной интерполяции. Кусочно-полиномиальная интерполяция. Сплайны. Погрешность приближения сплайном. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Прямые и итерационные методы решения СЛАУ. Примеры. Алгебраическая проблема собственных значений. Примеры прямых и итерационных методов решения полной и частичной проблемы собственных значений. Методы решения нелинейных уравнений и систем (простой итерации, Ньютона). Условия сходимости и оценка погрешности полученного решения. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Эйлера, Рунге–Кутты, Адамса.

## 3. Комплексы программ

Операционные системы. Функции и основные понятия. Определение термина «процесс». Состояние процесса. Управление процессами. Структуры данных: массив, список, стек, очередь и основные операции над ними. Рекурсивные процедуры. Реализация рекурсивных вызовов. Сравнение рекурсии с итерацией. Сортировка. Различные типы сортировок. Алгоритмы сортировок и их сравнительный анализ. Определение двоичного дерева. Методы обхода двоичного дерева. Понятие сложности алгоритмов. Алгоритмы полиномиальной сложности. NP-сложные задачи, примеры. Основные принципы объектно-ориентированного программирования. Модели данных. Основные характеристики трех классических моделей: иерархической, сетевой, реляционной. Продукционная модель знаний. Прямой и обратный вывод.

## Специальная часть

Разделы специальной части формируются отдельно для каждого соискателя и позволяют выявить представления соискателя о состоянии и перспективах развития направления, в котором планируется проведение диссертационного исследования, а также его знания основных положений теории и актуальных технологиях в выбранной области исследования. В специальную часть включаются не менее 10 вопросов, которые обновляются ежегодно и утверждаются выпускающей кафедрой по предложению будущего руководителя аспиранта.

## Перечень экзаменационных вопросов по общей части программы

1. Математические модели. Цели построения, классификация. Основные принципы математического моделирования. Универсальность математических моделей.
2. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
3. Линейное программирование. Прямая и двойственная задачи линейного программирования. Теоремы двойственности.

4. Выпуклое программирование. Совпадение локального и глобального оптимумов в задаче выпуклого программирования. Теорема Куна–Таккера.
5. Целочисленное линейное программирование. Задача о рюкзаке. Метод отсечения. Метод ветвей и границ.
6. Задачи оптимизации на графах (задача поиска кратчайшей связывающей сети, задача о кратчайшем пути, задача коммивояжера).
7. Математическое моделирование с помощью искусственных нейронных сетей.
8. Компьютерное и имитационное моделирование. Методология имитационного моделирования. Область применения. Математический аппарат имитационного моделирования.
9. Принципы и методы построения имитационных моделей. Компьютерные среды и языки имитационного моделирования.
10. Погрешность результата численного решения задачи, ее источники.
11. Задача интерполирования. Интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона, погрешность полиномиальной интерполяции.
12. Кусочно-полиномиальная интерполяция. Сплаины. Погрешность приближения сплайном.
13. Решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Прямые и итерационные методы решения СЛАУ. Примеры.
14. Алгебраическая проблема собственных значений. Примеры прямых и итерационных методов решения полной и частичной проблемы собственных значений.
15. Методы решения нелинейных уравнений и систем (простой итерации, Ньютона). Условия сходимости и оценка погрешности полученного решения.
16. Численное дифференцирование. Приближенные методы для вычисления производной и полная оценка погрешности (оценка приближения и вычислительной погрешности).
17. Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций Симпсона. Оценка остаточного члена этих формул. Правило Рунге апостериорной оценки погрешности.
18. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Эйлера, Рунге–Кутты, Адамса.
19. Операционные системы. Функции и основные понятия. Определение термина «процесс». Состояние процесса. Управление процессами.
20. Структуры данных: массив, список, стек, очередь и основные операции над ними.
21. Рекурсивные процедуры. Реализация рекурсивных вызовов. Сравнение рекурсии с итерацией.
22. Сортировка. Различные типы сортировок. Алгоритмы сортировок и их сравнительный анализ.
23. Определение двоичного дерева. Методы обхода двоичного дерева.

24. Понятие сложности алгоритмов. Алгоритмы полиномиальной сложности. NP-сложные задачи, примеры.
25. Основные принципы объектно-ориентированного программирования.
26. Модели данных. Основные характеристики трех классических моделей: иерархической, сетевой, реляционной.
27. Продукционная модель знаний. Прямой и обратный вывод.

#### **Рекомендуемая литература**

1. Введение в математическое моделирование: учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер [и др.] ; под. ред. П. В. Трусова. – Москва : Логос, 2020. – 440 с
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – М.: Физматлит, 2005. – 316 с.
3. Таха Х. А. Исследование операций / Таха Хемди А.; перевод с английского А. А. Минько, А. В. Слевцов; под редакцией А. В. Слевцова. – 10-е изд. – М.: Диалектика, 2019. – 1056 с.
4. Строгалева В. П. Имитационное моделирование: учебное пособие / В. П. Строгалева, И. О. Толкачева. – 3-е изд. – Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 – 295 с.
5. Бахвалов Н. С. Численные методы: Учебное пособие для вузов / Бахвалов Николай Сергеевич, Жидков Николай Петрович, Кобельков Георгий Михайлович – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004, 2006, 2008, 2021. – 636 с. – (Классический университетский учебник).
6. Калиткин Н. Н. Численные методы: Учебное пособие для студентов университетов и высших технических учебных заведений / Калиткин Н. Н.; Под ред. А. А. Самарского. – 2-е изд., испр. – СПб.: БХВ–Петербург, 2011. – 592с.: ил. – (Учебная литература для вузов). Гриф: Научно–методический совет по математике Министерства образования и науки РФ.
7. Зализняк, В. Е. Численные методы. Основы научных вычислений: учебник и практикум для вузов / В. Е. Зализняк. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 356 с. – (Высшее образование).
8. Староверова, Н. А. Операционные системы : учебник / Н. А. Староверова. – Санкт–Петербург : Лань, 2021. – 308 с.
9. Мясникова Н. А. Алгоритмы и структуры данных / Мясникова Нелли Александровна. – М.: КНОРУС, 2018. – 186 с.
10. Симонова Е. В. Структуры данных в C#: линейные и нелинейные динамические структуры / Симонова Елена Витальевна. – СПб.: Лань, 2019. – 152 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
11. Тюкачев Н. А. C#. Алгоритмы и структуры данных: учебное пособие / Тюкачев Николай Аркадьевич, Хлебостроев Виктор Григорьевич. – 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2018. – 232 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – (Бакалавриат и специалитет).
12. Рафгарден Т. Совершенный алгоритм. Графовые алгоритмы и структуры данных / Рафгарден Тим. – СПб.: Питер, 2019. – 256 с.: ил. – (Библиотека программиста).
13. Кнут Д. Искусство программирования. (Т.1,2,3,4) – М.: Издательство: МИР, Вильямс, 2001-2008 (Том 1. Основные алгоритмы. Том 2. Получисленные алгоритмы Том 3. Сортировка и поиск Том 4. Комбинаторные алгоритмы).
14. Кормен Т., Ривест Р. Алгоритмы. Построение и анализ. – М.: Издательство: Вильямс, 2005. – 1293 с.

15. Маклафлин Б. Объектно-ориентированный анализ и проектирование / Маклафлин Бретт, Поллайс Гэри, Уэст Дэйв; перевод с английского Е. Матвеева. – СПб.: Питер, 2018. – 608 с.
16. Залогова Л. А. Основы объектно-ориентированного программирования на базе языка C#: учебное пособие / Залогова Любовь Алексеевна. – СПб.: Лань, 2018. – 192 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература)
17. Нестеров С. А. Базы данных: учебник и практикум для академического бакалавриата / С. А. Нестеров. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 230 с.
18. Остроух А.В. Интеллектуальные системы: монография / А.В. Остроух. –Красноярск: Научно-инновационный центр, 2020. – 316 с.