

«Утверждаю»

заместитель директора по образовательной деятельности



АНОО ВО «Университет «Сириус»

О.Д. Федоров

2025 г.

## ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

для поступающих на обучение по образовательной программе  
высшего образования – программе подготовки научных и научно-педагогических  
кадров в аспирантуре по научной специальности

### 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

#### СОГЛАСОВАНО:

Исполнительный директор  
научного центра информационных технологий  
и искусственного интеллекта

М.В. Ширяев

Руководитель приёмной комиссии

Б.Е. Кадлубович

Федеральная территория «Сириус»

2025

## **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Программа вступительных испытаний предназначена для лиц, поступающих на обучение по образовательной программе высшего образования – программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (далее – образовательная программа).

В программу вступительных испытаний включено описание форм и процедур вступительных испытаний, представлено содержание тем и критерии оценки.

Вступительные испытания проводятся в форме письменного экзамена и собеседования. Письменное вступительное испытание оценивается по 40-балльной шкале. Собеседование оценивается по 40-балльной шкале. Язык проведения письменного экзамена – русский, собеседования – русский и английский.

Проведение вступительных испытаний осуществляется с применением дистанционных технологий.

Продолжительность письменного экзамена: 120 минут.

Продолжительность собеседования: до 20 минут.

## 1. Цель и задачи вступительных испытаний

Цель проведения вступительных испытаний – отбор наиболее подготовленных поступающих на обучение по образовательной программе, в том числе, определение уровня их готовности к самостоятельной научной и проектной деятельности.

Основные задачи вступительных испытаний:

- выявление и оценка уровня сформированности общекультурных,
- общепрофессиональных и профессиональных компетенций поступающего;
- определение уровня готовности к работе и проектной деятельности в компаниях и на производствах и, а также научно-исследовательской деятельности в рамках НИОКР;
- выяснение познавательной и мотивационной сферы поступающего;
- выявление научных и профессиональных интересов;
- определение уровня научно-технической эрудиции и языковой подготовки поступающего.

Целью вступительных испытаний является проверка следующих знаний и умений:

- умение применять математические навыки, логическое мышление, аргументировать свои высказывания, поддерживать беседу на научную тему, в том числе на английском языке;
- умение определять цели и задачи научного исследования, выделять актуальность научной проблематики, интерпретировать и анализировать результаты;
- владение навыками чтения научной литературы (на русском и английском языках) и базовыми инструментами поиска научной информации, в том числе в сети «Интернет».

## 2. Содержание вступительных испытаний

### 2.1. Общие вопросы

1. Элементы теории функций и функционального анализа.
2. Понятие меры и интеграла Лебега.
3. Метрические и нормированные пространства.
4. Пространства интегрируемых функций.
5. Пространства Соболева.
6. Линейные непрерывные функционалы.
7. Теорема Хана–Банаха.
8. Линейные операторы.
9. Элементы спектральной теории.
10. Дифференциальные и интегральные операторы.
11. Экстремальные задачи.
12. Выпуклый анализ.
13. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах.
14. Выпуклые задачи на минимум.
15. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование.
16. Задачи на минимакс.
17. Основы вариационного исчисления.
18. Задачи оптимального управления.
19. Принцип максимума.
20. Принцип динамического программирования.
21. Аксиоматика теории вероятностей.
22. Вероятность, условная вероятность.
23. Независимость.
24. Случайные величины и векторы.
25. Элементы корреляционной теории случайных векторов.
26. Элементы теории случайных процессов.
27. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения.
28. Элементы теории проверки статистических гипотез.

29. Элементы многомерного статистического анализа.
30. Основные понятия теории статистических решений.
31. Принятие решений. Общая проблема решения.
32. Функция потерь.
33. Байесовский и минимаксный подходы.
34. Метод последовательного принятия решения.
35. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта.
36. Экспертизы и неформальные процедуры.
37. Автоматизация проектирования.
38. Искусственный интеллект.
39. Распознавание образов.
40. Основы теории информации.
41. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
42. Численное дифференцирование и интегрирование.
43. Численные методы поиска экстремума.
44. Вычислительные методы линейной алгебры.
45. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
46. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.
47. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др.
48. Численные методы вейвлет-анализа.
49. Принципы проведения вычислительного эксперимента.
50. Модель, алгоритм, программа.
51. Алгоритмические языки.
52. Представление о языках программирования высокого уровня.
53. Пакеты прикладных программ.
54. Основы языка программирования Python.
55. Парадигмы: функциональное и объектно-ориентированное программирование.
56. Метaprogramмирование.
57. Проектирование комплексов программ.
58. Создание библиотек с автоматическим документированием.

59. Основные принципы математического моделирования.
60. Элементарные математические модели в экономике, финансах, механике, гидродинамике, электродинамике.
61. Универсальность математических моделей.
62. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
63. Вариационные принципы построения математических моделей.
64. Методы исследования математических моделей.
65. Устойчивость.
66. Проверка адекватности математических моделей.
67. Математические модели в научных исследованиях.
68. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии.
69. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.
70. Задачи редукции к идеальному прибору.
71. Синтез выходного сигнала идеального прибора.
72. Проверка адекватности модели измерения и адекватности результатов редукции.
73. Модели динамических систем.
74. Особые точки.
75. Бифуркации.
76. Динамический хаос.
77. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации.
78. Диссипативные структуры.
79. Режимы с обострением.

## **2.2. Специальные вопросы**

1. Встроенные функции Python, реализующие парадигмы функционального программирования.
2. Циклы и генераторы, списковые включения. Особенности работы с итерируемыми объектами.

3. Итераторы, итерируемые объекты и итерации в Python
4. Параллельные вычисления.
5. Процессы, потоки, асинхронные вычисления.
6. Декораторы и особенности их использование.
7. Библиотеки для работы с массивами числовых данных, обеспечивающие быстрые вычисления.
8. Взаимодействие языков программирования (например, C++, Python).
9. Инструменты для анализа больших данных в Python (например, pandas, polars, matplotlib).
10. Машинное обучение с учителем, без учителя, с подкреплением.

### **2.3. Стратегия развития Научно-технологического университета «Сириус»:**

Миссия, цели и задачи университета. Основные принципы деятельности. Приоритетные направления развития.

### **2.4. Нормативные правовые акты РФ, определяющие направления развития науки и отраслей экономики:**

- Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития РФ на период до 2030 года»;
- Указ Президента РФ от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития РФ»;
- Указ Президента РФ от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности РФ»;
- Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в РФ на 2017 – 2030 годы»;
- Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в РФ» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»);
- Прогноз научно-технологического развития РФ на период до 2030 года, утвержденный Правительством РФ;

- Распоряжение Правительства РФ от 31.12.2020 № 3684-р «Об утверждении Программы фундаментальных научных исследований в РФ на долгосрочный период (2021 – 2030 годы)»;
- Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 313 «Об утверждении государственной программы РФ «Информационное общество»»;
- Распоряжение Правительства РФ от 01.11.2013 № 2036-р «Об утверждении Стратегии развития отрасли информационных технологий в РФ на 2014 – 2020 годы и на перспективу до 2025 года»;
- Распоряжение Правительства РФ от 19.08.2020 № 2129-р «Об утверждении Концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года».



### 3. Демонстрационный вариант письменного экзамена

**Вопросы с развернутым ответом (оцениваются максимально до 10 баллов каждый):**

1. Пусть числа  $a_1, \dots, a_n$  попарно различны. Решить систему линейных уравнений

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1, \\ a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n = b, \\ \dots \\ a_1^{n-1} x_1 + a_2^{n-1} x_2 + \dots + a_n^{n-1} x_n = b^{n-1}. \end{cases}$$

2. Функция  $f(x)$  дифференцируема на  $[x_1; x_2]$  и  $0 < x_1 < x_2$ . Доказать, что найдется такая точка  $\xi \in (x_1; x_2)$ , что

$$\frac{x_1 f(x_2) - x_2 f(x_1)}{x_2 - x_1} = f(\xi) - \xi f'(\xi).$$

3. Найти площадь области, ограниченной петлей кривой

$$x^3 + y^3 = 7xy.$$

4. Известна плотность распределения  $f(x, y)$  системы случайных величин  $(X, Y)$ . Найти закон распределения их разности:  $Z = X - Y$ .

### 4. Примерные вопросы для собеседования

1. Почему вы выбрали эту образовательную программу?
2. Какая научная книга, статья или результат вас больше всего впечатлил?
3. Какой курс или предмет в вашей предыдущей учебе был для вас наиболее важным, и что вы из него узнали?
4. Какой у вас был средний балл и какие предметы, близкие к выбранной научной специальности, вы изучали?
5. Расскажите про тематику вашей ВКР по предыдущему образованию.
6. Есть ли у вас идеи для исследовательского проекта? Как бы вы их реализовали?
7. Что вы знаете о научных направлениях, развиваемых в нашем направлении? Какие из них вас интересуют?

8. Какой у вас опыт в программировании? Какие языки программирования и изучали и на каком уровне владеете?
9. Как вы относитесь к критическому анализу научной литературы и как вы его используете для своего обучения?
10. Как вы справляетесь с трудными задачами или неудачами в лабораторных исследованиях? Приведите пример.
11. Как вы работаете в команде? Есть ли у вас опыт работы в групповых проектах?
12. Каковы ваши навыки в написании научных статей и отчетов?
13. Какова ваша мечта о карьере? Какие шаги вы собираетесь предпринять, чтобы достичь этой мечты?
14. Что вы знаете требованиях к защите кандидатской диссертации?
15. Что такое СНТР РФ? Перечислите основные направления государственной политики в области научно-технологического развития РФ.
16. Какие возможности вы видите для своего профессионального роста в нашем университете?

## **5. Общие критерии оценивания собеседования**

При оценке ответов поступающего экзаменационная комиссия руководствуется следующими критериями:

- способность структурировать и аргументировать свои высказывания;
- способность к анализу и интерпретации фактов и явлений;
- понимание сущности научно-исследовательской деятельности;
- понимание концепции Стратегии развития Университета «Сириус»;
- понимание роли и задач науки и технологий в достижении целей национального развития России, повышении безопасности и качества жизни граждан, в том числе в выбранной сфере профессиональной деятельности;
- уровень имеющихся к данному моменту общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций;
- публикационная активность поступающего;
- умение определить область научных интересов и планы, связанные с

осуществлением дальнейших научных исследований в Университете «Сириус»;

– способность поступающего сделать краткую презентацию своих научных интересов и (или) поддержать беседу на научную тему на английском языке.

## **5. Литература для подготовки к вступительным испытаниям**

### **а. Основная:**

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи, методы, примеры. Москва: Физматлит, 2001.
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. Физматлит, 2005.
3. Лебедев В.И. Функциональный анализ и вычислительная математика. 4-е изд. М.: Физматлит, 2000.
4. Даутов Р.З., Карчевский М.М. Введение в теорию метода конечных элементов, Казань: КГУ, 2004.
5. Карчевский М.М., Павлова М.Ф. Уравнения математической физики. Дополнительные главы. Казань: КГУ, 2008.
6. Карчевский М.М., Шагидуллин Р.Р. Математические модели механики сплошной среды. Казань: КГУ, 2007.
7. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2002.
8. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Наука, 1988.
9. Вентцель Е. С. Задачи и упражнения по теории вероятностей: Учеб. пособие для студ. вузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – 5-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2003 – 448 с.
10. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2000.
11. Стратегия развития Университета «Сириус»:  
[https://siriusuniversity.ru/pr\\_img/1918100371/20230517/23730514/стратегия\\_развития\\_1.pdf?fid=199910723756&id=191811257302](https://siriusuniversity.ru/pr_img/1918100371/20230517/23730514/стратегия_развития_1.pdf?fid=199910723756&id=191811257302)

### **б. Дополнительная:**

1. Тиртышников Е.Е. Основы алгебры. М.: Физматлит, 2017.
2. Оптимизация. Алгоритмы и сложность. Пер. с англ. М.: Мир, 1985.

3. Карташев, Б.Л. Рождественский. Обыкновенные дифференциальные уравнения и основы вариационного исчисления. М.: Наука, 1986.
4. Л.Э. Эльсгольц. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М.: Книга по Требованию, 2012.
5. Горюнов А.Ф. Методы математической физики в примерах и задачах в 2 т. М.: Физматлит, 2015.
6. Кудряшов Н. А. Методы нелинейной математической физики. М.: Интеллект, 2010.

**с. Периодические издания:**

1. Успехи математических наук.
2. Известия РАН. Серия математическая.
3. Математический сборник.
4. Журнал вычислительной математики и математической физики.
5. Математическое моделирование.
6. Дифференциальные уравнения.
7. Информатика и её применения.

**д. Цифровые образовательные ресурсы и источники научно-технической информации**

1. Стратегия развития Университета «Сириус»,  
<https://siriusuniversity.ru/about/concept>.
2. Общероссийский портал Math-Net.Ru <https://www.mathnet.ru/> – Современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным ученым различные возможности в поиске научной информации по математике, физике, информационным технологиям и смежным наукам.
3. Электронный ресурс arXiv <https://arxiv.org/> – Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.