



ФГБОУ ВО «СПБГАСУ»

Документированная процедура

2.8 Подготовка кадров высшей квалификации (аспирантура, докторантура)

СК-ДП-2.8

Программа вступительного испытания для лиц, поступающих на обучение по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре на 2024/2025 учебный год

УТВЕРЖДАЮ

Ректор СПБГАСУ

Е.И. Рыбнов

21 сентября 2023 г.



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ДЛЯ ЛИЦ, ПОСТУПАЮЩИХ НА ОБУЧЕНИЕ  
ПО ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-  
ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ НА 2024/2025  
УЧЕБНЫЙ ГОД**

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

Санкт-Петербург, 2023

|            | Должность                                                     | Фамилия/Подпись | Дата         |
|------------|---------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|
| Разработал | И. о. заведующего кафедрой информационных систем и технологий | Яркова О.Н.     | 21.09.2023   |
| Согласовал | Первый проректор                                              | Головина С.Г.   | 21.09.2023   |
|            | Ответственный секретарь приемной комиссии                     | Орлова Н.В.     | 21.09.2023   |
| Версия 1.0 |                                                               |                 | Стр. 1 из 16 |



## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Процедура вступительного испытания .....                           | 3  |
| Содержание разделов и тем программы вступительного испытания ..... | 7  |
| Рекомендуемая литература .....                                     | 11 |
| Критерии оценивания .....                                          | 14 |
| Пример задания вступительного испытания .....                      | 15 |

## ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

**СПБГАСУ** – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет



## ПРОЦЕДУРА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Вступительные испытания, проводимые СПБГАСУ самостоятельно, проводятся очно в форме собеседования.

Организацию проведения вступительных испытаний и соблюдение процедуры прохождения испытаний обеспечивают члены приемной и экзаменационной комиссий.

Абитуриенты допускаются на вступительное испытание при наличии у них документа удостоверяющего личность и экзаменационного листа (последний выдается при входе в аудиторию). Поступающим разрешено иметь при себе письменные принадлежности. Абитуриентам запрещается брать с собой мобильные телефоны, а также другие технические средства и средства связи. Запрещается проносить с собой различную учебную и справочную литературу.

Перед началом вступительного испытания абитуриентам раздаются специальные листы собеседования на которых оформляется письменная часть вступительного испытания.

Задание билета вступительного испытания включает 3 вопроса.

Категорически запрещается использовать титульный лист листа собеседования для записей решений задач, а также писать свою фамилию на листах, отличных от титульного листа.

Поступающий может обратиться к членам экзаменационной комиссии только в следующих случаях: с целью уточнения задания и правил его оформления.



Во время проведения вступительного испытания не допускается общение абитуриентов друг с другом, самостоятельное пересаживание абитуриентов с одного места на другое, свободное перемещение абитуриентов по аудитории или зданию, в котором проводится вступительное испытание.

Выход из помещения, где проводится вступительное испытание, может быть разрешен в случае особой необходимости. При этом абитуриент обязан сдать свой экзаменационный лист и лист собеседования членам экзаменационной комиссии.

Во время проведения вступительного испытания абитуриент должен соблюдать следующие правила:

- иметь при себе паспорт и экзаменационный лист (выдается при входе в аудиторию проведения испытания);
- положить личные вещи (в том числе справочные материалы, записи любого вида; телефоны, электронные средства запоминания, приема, передачи и хранения информации; калькуляторы) на специально отведенные для этого места;
- занять место, указанное ему членом экзаменационной комиссии;
- соблюдать тишину и работать самостоятельно, не разговаривать с экзаменаторами и другими абитуриентами;
- использовать для записей только листы собеседования, выдаваемые для проведения данного вступительного испытания;
- сдать по окончании экзамена полный комплект экзаменационных материалов и экзаменационный лист.

Наличие у абитуриента во время вступительного испытания запрещенных предметов, перечисленных выше, а также нарушение других правил проведения вступительных испытаний, влечет за собой удаление



поступающего с испытания, о чем лица, уполномоченные на проведение соответствующего вступительного испытания, составляют акт по установленной форме. В данном случае работа не проверяется и поступающему выставляется низший балл (ноль баллов).

За день до вступительного испытания члены экзаменационной комиссии проводят для абитуриентов консультацию по разъяснению структуры программы вступительного испытания, процедуры его проведения, предъявляемых требований и критериев оценивания, отвечают на вопросы абитуриентов.

На вступительном испытании абитуриенту предлагаются варианты задания, оформленные в виде билетов. Все билеты имеют приблизительно одинаковую сложность и составлены так, чтобы максимально проверить уровень подготовки абитуриента к поступлению в СПбГАСУ. Выбрав билет, абитуриент готовится к ответу на задание письменно на листах собеседования, установленной СПбГАСУ формы, далее отвечает устно членам экзаменационных комиссий. Экзаменационная комиссия вправе задать дополнительный вопрос (вопросы), в случае сомнения при оценке абитуриента. В этом случае, данные вопросы должны быть отражены в листе собеседования поступающего.

На подготовку к устной части вступительного испытания абитуриенту отводится 45 минут.

Результаты вступительного испытания обсуждаются членами экзаменационной комиссии.

Баллы выставляется с учетом критериев оценивания за каждый вопрос билета по результатам устной части собеседования и проверки ответов, написанных в листе собеседования.



После выставления итоговой оценки результаты вступительного испытания сообщаются абитуриенту. Абитуриент в устной форме подтверждает ознакомление с результатами вступительного испытания.

После ознакомления абитуриента с результатами вступительного испытания, экзаменатор приступает к заполнению экзаменационного листа. На этом вступительное испытание для абитуриента закончено.

Результаты вступительного испытания объявляются в день его проведения.

Абитуриенты, не принявшие участие во вступительном испытании без уважительных причин или получившие неудовлетворительную оценку, выбывают из конкурса и не зачисляются в образовательное учреждение. Повторное прохождение вступительных испытаний запрещается. О невозможности пройти вступительное испытание по уважительной причине (болезнь или иные обстоятельства, подтвержденные документально) абитуриент должен сообщить в приемную комиссию до начала проведения вступительного испытания и (или) представить оправдательный документ. В этом случае абитуриенту предоставляется возможность проходить вступительное испытание в другие сроки по усмотрению приемной комиссии, но не позднее последнего дня соответствующего вступительного испытания, указанного в расписании.

Абитуриент имеет право подать апелляцию в случае несогласия с оценкой и/или в связи с нарушением процедуры проведения вступительного испытания. Рассмотрение апелляции проводится в соответствии с Положением об апелляционных комиссиях для проведения вступительных испытаний в СПбГАСУ.



## СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

### Раздел 1. Математическое моделирование

1. Понятие модели. Физические и математические модели. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Универсальность математических моделей.

2. Прямые и обратные задачи математической физики. Задачи идентификации математических моделей в широком и узком смысле слова. Обратные коэффициентные задачи. Выбор критерия оптимизации. Корректность постановки математической задачи.

3. Источники погрешности математического моделирования. Обоснование адекватности модели. Понятие обусловленности задачи. Идентификация параметров.

4. Условия экстремума функции многих переменных. Матрица Гессе. Необходимые и достаточные условия экстремума функции двух переменных.

5. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Универсальность математических моделей. Математический маятник. Гармонический осциллятор.

6. Функции и функционалы. Задачи вариационного исчисления. Вариационные принципы построения математических моделей.

7. Операции над матрицами. Определители. Обратная матрица. Задачи на собственные значения для матриц. Оценки характеристических чисел матриц. Методы получения характеристического уравнения.



8. Вычисление длины дуги плоской кривой и площадей плоских фигур. Определение тройного интеграла; его механический смысл. Свойства. Применение тройных интегралов.

9. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей. Применение методов планирования эксперимента и регрессионного анализа. Построение уравнений регрессии.

10. Понятие информационной модели. Информационные модели в строительстве (BIM).

11. Использование информационных моделей для описания жизненного цикла объектов. Междисциплинарная работа с моделью. Облачные технологии.

12. Определение производной, её геометрический и механический смысл. Производные элементарных функций. Правила дифференцирования.

13. Скалярное и векторное произведение двух векторов. Смешанное произведение трёх векторов.

14. Функции многих переменных. Полный дифференциал и его геометрический смысл. Градиент.

15. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование.

## **Раздел 2. Численные методы**

1. Погрешность и сходимость численных методов.





2. Интерполирование таблично заданной функции. Интерполяционные полиномы.
3. Стандартные методы обработки экспериментальной информации. Источники погрешности измерений (случайные и систематические). Метод наименьших квадратов.
4. Аппроксимация функций. Выбор точности аппроксимации. Оценка точности аппроксимации.
5. Формулы численного дифференцирования.
6. Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод простой итерации и метод Ньютона.
7. Численное вычисление интегралов. Методы Симпсона и Ньютона-Котеса.
8. Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод дихотомии и метод хорд.
9. Постановка задачи решения системы линейных уравнений. Понятие обусловленности системы. Классификация методов решения, их краткая характеристика.
10. Численные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.
11. Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений.
12. Метод конечных элементов. Граничные условия. Типы конечных элементов. Матричные уравнения элементов.
13. Приложения метода конечных элементов. Стационарные и нестационарные задачи. Механика деформируемого твердого тела. Плоское и пространственное напряженно-деформированное состояние.



14. Программные комплексы на основе метода конечных элементов. Решение задач механики и строительства. Решение линейных и нелинейных задач.

15. Метод градиентного спуска: геометрическая иллюстрация; схема алгоритма; формула итерационного процесса; условия завершения итерационного процесса.

### **Раздел 3. Программное обеспечение**

1. Информация. Единицы измерения информации. Количество информации. Данные. Структуры данных. Кодирование данных.

2. Базовые алгоритмические структуры. Языки программирования низкого и высокого уровня. Компиляторы и интерпретаторы.

3. Технологии информационного моделирования в строительстве (BIM). Специализированные программные комплексы.

4. Подготовка текстов программ и документов. Текстовые редакторы. Среды разработки.

5. Представление данных в виде электронных таблиц. Формирование и реорганизация таблиц. Отображение данных и их обработка. Способы адресации. Встроенные функции.

6. Программное обеспечение ЭВМ: структура, основные элементы. Классификация программного обеспечения.

7. Отображение результатов вычислений. Способы графической визуализации числовых данных и пакеты программ для их реализации: двумерные и трехмерные графики, изолинии, диаграммы. Программное обеспечение, используемое для построения графиков функций на ЭВМ.



8. Операционные системы: назначение, выполняемые функции. Операционные системы персональных компьютеров.
9. Представление о языках программирования высокого уровня. Элементы языка, структура программы, синтаксис.
10. Основные этапы решения вычислительной задачи на ЭВМ. Модель, алгоритм, программа. Вычислительный эксперимент.
11. Порядок проведения вычислительного эксперимента. Корректность и обусловленность вычислительной задачи. Тестирование программного обеспечения.
12. Прикладное программное обеспечение научных исследований. Основные функции, выполняемые программным обеспечением научных исследований. Математические программные системы и комплексы программ.
13. Визуальное программирование в задачах информационного моделирования. Надстройки Dynamo, Grasshopper. Использование скриптов.
14. Локальные и глобальные компьютерные сети. Архитектура и топология сетей. Браузеры. Поисковые системы.
15. Основы защиты информации. Методы защиты информации. Понятие электронного документа, электронной подписи.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### а) основная литература

1. Калиткин Н. Н. Численные методы. М.: Наука. 1978.
2. Численные методы: учеб. пособие для студентов физико-математических специальностей высших учебных заведений / Н. С. Бахвалов,



Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков; Москов. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – 7-е изд. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 636 с.

3. Эльсгольц Л. Э. Вариационное исчисление: учебник для физических и физико-математических факультетов университетов / Л. Э. Эльсгольц. – 7-е изд. – М.: URSS, 2008. – 205 с.

4. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование. М.: ФИЗМАТЛИТ. 1997. – 316 с.

5. Васильев Ф. П. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука. 1981.

6. Пантелеев А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах: учеб. пособие / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – СПб.: Лань, 2015. – 512 с.

7. Фролькис В. А. Линейная и нелинейная оптимизация (в задачах инженерно-строительного профиля): учеб. пособие для вузов / В. А. Фролькис. – СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2001. – 305 с.

8. Зыков С. В. Программирование. Объектно-ориентированный подход: учебник и практикум для академического бакалавриата / С. В. Зыков. – М.: Изд-во Юрайт, 2017. – 155 с.

9. Стандартные средства защиты информации: учеб. пособие / С. Н. Никифоров; М-во образования и науки РФ, С.-Петерб. гос. архитектур.-строит.ун-т. – СПб., 2013. – 278 с.

10. Стружкин Н. П. Базы данных: проектирование: учебник для академического бакалавриата / Н. П. Стружкин, В. В. Годин. – М.: Изд-во Юрайт, 2017. – 477 с.

11. Полякова Л. Н. Основы SQL / Л. Н. Полякова. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 273 с.



12. Заика А. А. Локальные сети и интернет [Электронный ресурс] / А.А. Заика – Электрон. текстовые данные. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 323 с.

13. Буренин С. Н. Web-программирование и базы данных [Электронный ресурс]: учебный практикум / С.Н. Буренин. – Электрон. текстовые данные. – М.: Московский гуманитарный университет, 2014. – 120 с. — 978-5-906768-17-9.

14. Галушкин Н. Е. Высокоуровневые методы программирования. Язык программирования MatLab. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебник / Галушкин Н. Е. – Электрон. текстовые данные. – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011. – 182 с. – 978-5-9275-0810-5.

15. Талапов В. В. Основы BIM. Введение в информационное моделирование зданий. М.: ДМК-Пресс, 2011. 392 с. ISBN 978-5-94074-692-8.

б) дополнительная литература

1. Костомаров Д. П. Программирование и численные методы: учеб. пособие / Д. П. Костомаров, Л. С Корухова, С. Г. Манжелей. – М.: Москов. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, 2001. – 224 с.

2. Девятков В. В. Имитационное моделирование: Учебное пособие / Н. Б. Кобелев, В. А. Половников, В. В. Девятков. – М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 368 с.

3. Демидович Б. П. Основы вычислительной математики [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б. П. Демидович, И. А. Марон. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2011. – 665 с.

4. Чембарисова Р. Г. Механика. Курс лекций. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2017. – 240 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/92961>



5. Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. – М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 398 с.

6. Амос Г. MATLAB. Теория и практика. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 416 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/82814>

7. Карпов В. В., Кобелев Е. А., Панин А. Н., Семенов А. А. Модели деформирования строительных конструкций и методы их расчета: учебное пособие. М.: Изд-во АСВ, 2022. 466 с.

8. Карпов В. В., Панин А. Н. Математическое моделирование и расчет элементов строительных конструкций: учебное пособие. СПб.: СПбГАСУ, 2013. 176 с.

### КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Максимальное итоговое количество баллов за вступительное испытание – 100.

Минимальное итоговое количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 50.

Итоговое количество баллов определяется как сумма баллов за ответы на каждый из вопросов.

Ответ на каждый из вопросов оценивается экзаменационной комиссией отдельно с учетом следующих критериев:

| Баллы | Критерии |
|-------|----------|
|-------|----------|



|                                                           |                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0-16                                                      | Бессодержательный ответ, незнание основных понятий, неумение применить знания практически.                                                                                       |
| 17-22                                                     | Частично правильный или недостаточно полный ответ, свидетельствующий о существенных недоработках испытуемого; формальные ответы, непонимание вопроса.                            |
| 23-28                                                     | Хорошее усвоение материала; достаточно полный ответ, самостоятельные суждения. Однако в усвоении материала и изложении имеются недостатки, не носящие принципиального характера. |
| для вопроса № 1 – 29-34<br>для вопросов № 2 и № 3 – 29-33 | Выставляются за неформальный и осознанный, глубокий, полный ответ (теоретического и практического характера).                                                                    |

## ПРИМЕР ВАРИАНТА ЗАДАНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

### Билет № 1

1. Источники погрешности математического моделирования. Обоснование адекватности модели. Понятие обусловленности задачи. Идентификация параметров.
2. Численные методы решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод простой итерации и метод Ньютона.
3. Локальные и глобальные компьютерные сети. Архитектура и топология сетей. Браузеры. Поисковые системы.



ФГБОУ ВО «СПБГАСУ»

Программа вступительного испытания для лиц, поступающих на обучение  
по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров  
в аспирантуре на 2024/2025 учебный год

СК-ДП-2.8

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методической комиссии факультета инженерной экологии и городского хозяйства СПбГАСУ. Протокол заседания Учебно-методической комиссии факультета № 2 от «21» сентября 2023 года.