



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

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 2.1.9 Строительная механика**

Санкт-Петербург, 2023

	Должность	Фамилия/Подпись	Дата
Разработал	Заведующий кафедрой строительной механики	Масленников Н.А.	26.10.2023
Согласовал	Первый проректор	Головина С.Г.	26.10.2023
	И. о. ответственного секретаря приемной комиссии	Гладушевский И.С.	26.10.2023

Версия 1.0

Стр. 1 из 17



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

## СОДЕРЖАНИЕ

Процедура вступительного испытания .....	3
Содержание разделов и тем программы вступительного испытания .....	7
Рекомендуемая литература .....	13
Критерии оценивания .....	15
Пример задания вступительного испытания .....	17

## 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



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

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.





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

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. Сопротивление материалов и основы теории упругости

1. Задачи сопротивления материалов. Основные понятия и допущения. Внутренние усилия, напряжения и перемещения в стержне в общем случае нагружения. Метод сечений определения усилий.

2. Центральное растяжение и сжатие стержней. Внутренние усилия, напряжения и деформации. Диаграммы растяжения и сжатия. Механические характеристики материала.

3. Виды напряженного состояния. Плоское напряженное состояние в точке. Главные площадки, главные оси и главные напряжения при плоском напряженном состоянии.

4. Геометрические характеристики плоских сечений. Центральные и главные оси. Главные моменты инерции сечения. Определения геометрических характеристик составных сечений.

5. Кручение бруса круглого и прямоугольного сечения. Касательные напряжения. Условие прочности. Угол закручивания бруса. Понятие о кручении тонкостенных стержней.

6. Прямой поперечный изгиб стержня. Определение внутренних усилий и напряжений. Распределение нормальных и касательных напряжений в поперечных сечениях стержня.

7. Дифференциальное уравнение изгиба стержня. Методы интегрирования дифференциального уравнения изгиба. Метод начальных параметров определения прогибов стержня.





8. Косой изгиб. Определение внутренних усилий. Уравнение нулевой линии при косом изгибе. Плоскость изгиба. Определение прогибов. Совместное действие изгиба и кручения.

9. Совместное действие изгиба и растяжения. Внецентренное сжатие стержней большой жесткости. Определение нормальных напряжений. Нулевая линия. Понятие о ядре сечения.

10. Объемное напряженное состояние. Основные теории прочности. Критерии пластичности материалов при сложном напряженном состоянии.

11. Полная система уравнений теории упругости. Уравнения теории упругости в перемещениях и напряжениях. Прямой и обратный закон Гука для изотропного тела.

12. Постановка основных краевых задач теории упругости. Кинематические и статические граничные условия. Теорема единственности. Принцип Сен-Венана.

13. Решение задач теории упругости в перемещениях. Система разрешающих уравнений в перемещениях. Граничные условия в перемещениях.

14. Решение задач теории упругости в напряжениях. Уравнения неразрывности деформаций. Система уравнений теории упругости в напряжениях.

15. Плоская задача теории упругости в декартовых координатах. Бигармоническое уравнение. Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Функция напряжений Эри.

16. Техническая теория изгиба пластин. Основные гипотезы и уравнения. Решения Навье и Леви для прямоугольной пластины.





17. Дифференциальное уравнение изгиба пластины. Граничные условия для прямоугольной пластины. Методы решения дифференциального уравнения.

## Раздел 2. Строительная механика стержневых систем

1. Расчетные схемы сооружений, их классификация. Кинематический и статический анализ расчетных схем. Принципы образования геометрически неизменяемых систем.

2. Многопролетные статически определимые балки и рамы. Поэтажная схема. Порядок расчета многопролетных статически определимых балок на неподвижную нагрузку.

3. Трехшарнирные рамы, рамы с замкнутым контуром. Определение опорных реакций и внутренних усилий в элементах плоских рам. Проверка правильности эпюр внутренних усилий.

4. Трехшарнирные арки и арки с затяжкой. Определение внутренних усилий. Рациональная ось трехшарнирной арки. Нормальные напряжения в трехшарнирной арке.

5. Расчет балочных и консольно-балочных ферм с простой решеткой на узловую нагрузку. Метод вырезания узлов, метод сечений. Особенности расчета шпренгельных ферм.

6. Расчет на подвижную нагрузку. Линии влияния реакций и внутренних усилий. Определение усилий в балках по линиям влияния от неподвижных и подвижных нагрузок.

7. Перемещения в упругих системах. Работа внешних сил и потенциальная энергия деформации. Принцип возможных перемещений. Основные теоремы строительной механики.



8. Определение перемещений с помощью интеграла Мора. Способы вычисления интеграла. Определение перемещений от нагрузки, изменения температуры и осадки опор.

9. Статически неопределимые системы и их свойства. Степень статической неопределимости. Сущность метода сил. Основная система. Канонические уравнения метода сил.

10. Порядок расчета статически неопределимых рам методом сил. Использование симметрии конструкции. Определение перемещений в статически неопределимых системах.

11. Расчет многопролетных неразрезных балок на силовые, температурные воздействия и осадку опор. Рациональная основная система. Уравнение трех моментов.

12. Метод перемещений. Степень кинематической неопределимости системы. Идея метода перемещений. Основная система. Канонические уравнения метода перемещений.

13. Применение метода перемещений для расчета рам и неразрезных балок на силовые, температурные воздействия и осадку опор. Использование симметрии в методе перемещений.

14. Упрощения при расчете методом перемещений. Основная система без постановки линейных дополнительных связей. Учет симметрии.

15. Расчет стержневых систем методом перемещений в матричной форме. Матрица жесткости и вектор нагрузки. Расчетные формулы метода перемещений в матричной форме.

16. Смешанный метод расчета статически неопределимых рам. Идея смешанного метода. Основная система, неизвестные, канонические уравнения смешанного метода.





17. Определение перемещений в статически неопределимых системах.

### **Раздел 3. Метод конечных элементов. Динамика и устойчивость сооружений. Нелинейные и другие задачи строительной механики**

1. Метод конечных элементов. Сущность метода, основные понятия и обозначения. Дискретная расчетная схема. Приведение внешних воздействий к эквивалентной узловой нагрузке.

2. Общие принципы получения матрицы жесткости конечных элементов.

3. Матрицы жесткости типовых стержневых элементов в местной и глобальной системах координат. Формирование матрицы жесткости и вектора нагрузки для всей конструкции.

4. Матрицы жесткости конечных элементов при расчете плит и решении плоской задачи теории упругости.

5. Основные этапы расчета конструкций и сооружений методом конечных элементов (МКЭ). Определение усилий и напряжений в элементах системы. Реализация МКЭ на ЭВМ.

6. Динамические нагрузки. Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Параметры колебаний. Динамический коэффициент. Явление резонанса.

7. Свободные колебания упругих систем с конечным числом степеней свободы. Определение частот и главных форм свободных колебаний.

8. Вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы при действии вибрационной нагрузки. Определение динамических усилий в элементах расчетных схем.





9. Понятие о расчете сооружений на сейсмические воздействия. Основные параметры землетрясений. Методы расчета на сейсмостойкость. Расчет на сейсмостойкость по нормам.

10. Понятие об устойчивости сооружений. Критическая нагрузка. Определение критических нагрузок статическим, динамическим и энергетическим методами.

11. Расчет рам на устойчивость методом перемещений. Канонические уравнения. Табличные эпюры метода перемещений для сжатых стержней.

12. Понятие физической нелинейности, чем она обусловлена, в каких случаях проявляется. Нелинейно-упругая и упругопластическая работа материала.

13. Расчет конструкций по предельному состоянию. Основные понятия и допущения. Прямой метод расчета. Кинематическая и статическая теоремы предельного равновесия.

14. Понятие геометрической нелинейности, чем она обусловлена, в каких случаях проявляется. Расчет конструкции по деформированному состоянию.

15. Понятие о расчете систем с односторонними связями. Идеальные и неидеальные односторонние связи. Методы расчета сооружений с односторонними связями.

16. Основные понятия теории надежности. Понятие о расчетах конструкций на долговечность.

17. Понятие оптимизации конструкций. Постановка задач оптимизации. Основные методы оптимизации.



## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### а) основная литература

1. Александров А. В. Сопротивление материалов в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин; под ред. А. В. Александрова. – 9-е изд., пер. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 293 с.
2. Александров А. В. Сопротивление материалов в 2 ч. Часть 2: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. В. Александров, В. Д. Потапов, Б. П. Державин. – 9-е изд., пер. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 273 с.
3. Атапин В. Г. Сопротивление материалов: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. Г. Атапин. – 2-е изд., пер. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 342 с.
4. Ицкович Г. М. Сопротивление материалов. Руководство к решению задач в 2 ч. Часть 1: учебное пособие для академического бакалавриата / Г. М. Ицкович, Л. С. Минин, А. И. Винокуров; под ред. Л. С. Минина. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018.
5. Масленников А. М. Динамика и устойчивость сооружений. / А.М. Масленников. – М.: Издательство «Юрайт», 2016. – 366 с.
6. Молотников В.Я. Теория упругости и пластичности [Электронный ресурс] / В.Я. Молотников, А.А. Молотникова. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 532 с.
7. Петров В. В. Теория расчета пластин и оболочек: учебник / В. В. Петров. – М.: Изд-во АСВ, 2018. – 410 с.



8. Смирнов В. А. Строительная механика: учебник для вузов / В. А. Смирнов, А. С. Городецкий; под ред. В. А. Смирнов. – 2-е изд., пер. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 423 с.

9. Шапошников Н.Н. Строительная механика: учебник / Н.Н. Шапошников, Р.Х. Кристалинский, А.В. Дарков. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 692 с.

б) дополнительная литература

1. Бабанов В. В. Строительная механика. 2 –е изд. В 2 т. / В. В. Бабанов. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. Т.1 – 304 с. Т.2 – 287 с.

2. Дарков А. В., Шапошников Н. Н. Строительная механика: Учебник. 12-е изд. стер. / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. – СПб.: Изд-во ЛАНЬ. 2010. – 656 с.

3. Ильин В. П. Численные методы решения задач строительной механики: учеб. пособие / В. П. Ильин, В. В. Карпов, А. М. Масленников. – М.: Изд-во АСВ, 2005. – 425 с.

4. Лебедев А. В. Численные методы расчета строительных конструкций: учеб. пособие / А. В. Лебедев. СПбГАСУ. – СПб., 2012. – 55 с.

5. Ледовской И. В. Теория упругости: учеб. пособие в 2-х частях / И. В. Ледовской и др. СПбГАСУ. – СПб., 2012. Ч.1 – 48 с. Ч.2 – 83 с.

6. Масленников А.М. Расчет строительных конструкций численными методами: Учебное пособие./А.М. Масленников. – Л.: Изд-во ЛГУ. 1987. – 224 с.

7. Самуль В. И. Основы теории упругости и пластичности: учеб. пособие для студентов вузов / В. И. Самуль. – М.: Высшая школа, 1982. – 264 с.





8. Секулович М. Метод конечных элементов / М. Секулович. – М.: Стройиздат., 1993. – 664 с.

9. Справочник по теории упругости: Для инженеров-строителей / под ред. д.т.н. П.М. Варвака и к.т.н. А.Ф. Рябова. – Киев: изд-во «Будівельник», 1971. – 418 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.



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

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 для вопросов № 2 и № 3 – 29-33	Выставляются за неформальный и осознанный, глубокий, полный ответ (теоретического и практического характера).



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

## ПРИМЕР ВАРИАНТА ЗАДАНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

### Билет № 1

1. Задачи сопротивления материалов. Основные понятия и допущения. Внутренние усилия, напряжения и перемещения в стержне в общем случае нагружения. Метод сечений.

2. Метод перемещений. Степень кинематической неопределимости системы. Идея метода перемещений. Основная система. Канонические уравнения метода перемещений.

Свободные колебания упругих систем с конечным числом степеней свободы. Определение частот и главных форм свободных колебаний.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методической комиссии строительного факультета СПбГАСУ. Протокол заседания Учебно-методической комиссии факультета № 2 от «25» октября 2023 года.