

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В АСПИРАНТУРУ

по дисциплине
«СПЕЦИАЛЬНАЯ ДИСЦИПЛИНА»

группа научных специальностей

2.1 Строительство и архитектура

Научная специальность

2.1.9 Строительная механика

Форма обучения – очная

Санкт-Петербург
2025

Программа разработана и утверждена на основании приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 06 августа 2021 года № 721 «Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре».

Порядок проведения вступительных испытаний при поступлении в аспирантуру по группе научных специальностей 2.1 «Строительство и архитектура» регламентируется Правилами приема в Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I для поступления на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре на 2025/2026 учебный год и данной программой.

Программа вступительных испытаний для поступления в аспирантуру по группе научных специальностей 2.1 «Строительство и архитектура» разработана на основе требований Федерального государственного стандарта высшего образования по специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», утвержденного приказом Минобрнауки России от 27 марта 2018 г. № 218.

1 Цель и задачи вступительных испытаний

Целью вступительных испытаний для поступления в аспирантуру по группе научных специальностей 2.1 «Строительство и архитектура» является оценка сформированности у поступающего основных исследовательских и аналитических компетенций, позволяющих ему проводить научные исследования и самостоятельно решать профессиональные задачи разных типов и уровня сложности.

Задачи вступительных испытаний:

- Оценить уровень теоретической и практической подготовленности поступающих к обучению в аспирантуре;
- Выявить склонности к научно-исследовательской деятельности;
- Определить область научных интересов.

2 Требования к уровню подготовки поступающих

В аспирантуру по группе научных специальностей 2.1 «Строительство и архитектура» принимаются лица, имеющие образование не ниже высшего образования (специалитет или магистратура).

3 Форма и процедура вступительных испытаний

Вступительные испытания в аспирантуру являются формой проверки профессиональной готовности поступающего к решению комплекса профессиональных задач. Порядок проведения вступительных испытаний при поступлении

в аспирантуру регламентируется Правилами приема на обучение по образовательным программам– программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I».

Приём на обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре осуществляется по результатам вступительных испытаний, принимаемого экзаменационной комиссией, назначенной приказом Ректора.

Вступительные испытания по специальной дисциплине включают в себя: реферат, экзамен и оценку индивидуальных достижений поступающего в научной деятельности.

Обязательной частью вступительных испытаний является наличие научного реферата по предполагаемой теме диссертационного исследования. Тема научного реферата выбирается самостоятельно выбирается поступающим, из списка, приведенного в соответствующем разделе данной программы, в соответствии с его научными интересами. По выполненному реферату проводится устное собеседование.

Экзамен проводится в письменной форме с устными комментариями по билетам, составленным из основных разделов программы вступительных испытаний. Экзаменационный билет содержит три вопроса.

4 Содержание программы вступительных испытаний

Целью вступительного испытания является определение уровня подготовки и степени сформированности у поступающего в аспирантуру аналитических, исследовательских и профессиональных компетенций, позволяющих вести самостоятельные научные исследования.

Темы рефератов и предполагаемое краткое содержание по научной специальности

Таблица 1. Темы рефератов

№ п/п	Тема реферата	Рекомендуемое краткое содержание реферата
1	Основные понятия сопротивления материалов и строительной механики	Сопротивление материалов в инженерном образовании. Схематизация элементов конструкций и внешних нагрузок. Допущения о свойствах материала элементов конструкций. Внутренние силы и напряжения. Перемещения и деформации. Принцип суперпозиции.
2	Внутренние усилия в поперечных сечениях стержня	Метод определения внутренних усилий. Внутренние усилия при растяжении и сжатии. Внутренние усилия при кручении. Основные типы опорных связей и балок. Внутренние усилия при изгибе. Дифференциальные зависимости между M_x, Q_y, q_y
3	Растяжение и сжатие	Напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Закон Гука. Обобщенный закон Гука. Напряжения в сечениях, наклоненных к оси стержня, при растяжении и сжатии. Определение перемещений в общем случае растяжения и

		сжатия. Испытание материалов на растяжение и сжатие. Диаграммы растяжения пластичных и хрупких материалов. Потенциальная энергия деформации и работа, затраченная на разрыв образца. Диаграммы сжатия различных материалов. Влияние различных факторов на механические характеристики материалов.
4	Сдвиг и кручение	Чистый сдвиг. Кручение стержней с круглым поперечным сечением. Расчеты на прочность. Определение углов закручивания. Расчеты на жесткость. Потенциальная энергия деформации при кручении. Расчет цилиндрических пружин с малым шагом витка. Практические расчеты соединений, работающих на сдвиг.
5	Изгиб. Нормальные напряжения в поперечных сечениях стержня	Основные гипотезы. Расчетная модель стержня. Нормальные напряжения в поперечных сечениях. Плоский изгиб. Расчеты на прочность. Балки рационального сечения. Косой изгиб. Общий случай. Предельная нагрузка при изгибе балки из упругопластического. Напряжения в кривом стержне.
6	Изгиб. Касательные напряжения и расчеты на прочность по усилиям сдвига	Касательные напряжения при изгибе. Распределение касательных напряжений в сечениях балок различной формы. Центр изгиба сечения. Расчет на прочность по усилиям сдвига. Напряжения в балках переменного сечения. Потенциальная энергия деформации при изгибе.
7	Перемещения при изгибе	Дифференциальное уравнение для функции прогибов и его разновидности. Интегрирование дифференциального уравнения линии прогибов. Метод начальных параметров. Дифференциальное уравнение для прогибов с учетом деформаций сдвига. Метод Мора.
8	Основы расчета простейших статически неопределимых систем	Статически неопределимые системы. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил. Примеры расчета статически неопределимых систем.
9	Балка на упругом основании	Дифференциальное уравнение для функции прогибов и его общий интеграл. Расчет полубесконечной балки. Краевой эффект. Бесконечная балка на упругом основании. Понятие о расчете коротких балок на упругом основании.
10	Свободное кручение стержней некруглого сечения	Свободное кручение тонкостенных стержней замкнутого профиля. Определение напряжений и перемещений в тонкостенном стержне замкнутого профиля при кручении. Свободное кручение стержня прямоугольного сечения. Мембранная аналогия. Свободное кручение тонкостенного стержня открытого профиля.
11	Стесненное кручение тонкостенных стержней	Общее понятие о теории стесненного кручения стержней открытого профиля. Нормальные напряжения. Касательные напряжения. Дифференциальное уравнение для углов закручивания и его общее решение. Общий случай нагружения тонкостенного стержня открытого профиля. Особенности стесненного кручения стержней замкнутого профиля.
12	Напряженное и деформированное состояния в точке	Понятия напряженного состояния в точке и его виды. Напряжения в наклонных площадках при плоском напряженном состоянии. Главные напряжения. Экстремальные касательные напряжения. Объемное напряженное состояние. Потенциальная энергия при объемном напряженном состоянии.

13	Критерии прочности и пластичности	Основные теории (критерии) прочности и пластичности. О механике хрупкого разрушения тел при наличии трещин.
14	Устойчивость сжатых стержней	Формула Эйлера для критической силы. Влияние способа закрепления концов стержня на значение критической силы. Пределы применимости формулы Эйлера. Практический расчет сжатых стержней. Расчет внецентренно сжатой гибкой стойки.
15	Ползучесть материалов	Влияние фактора времени на деформирование материалов. Зависимости между напряжениями и деформациями при линейной ползучести. Частный случай линейной ползучести. Релаксация напряжений. Длительная прочность материалов.
16	Динамическое действие нагрузки	Понятие о динамическом нагружении. Движение тела с постоянным ускорением. Динамический коэффициент. Ударное действие нагрузки. Приближенный учет распределенной массы стержней при ударе. Понятие о волновой теории удара.
17	Прочность материалов при циклически меняющихся напряжениях	Понятие об усталостном разрушении материала. Характеристики циклов напряжений. Кривые усталости. Предел выносливости. Факторы, влияющие на усталостную прочность материала. Коэффициент запаса при циклическом нагружении. Расчет на прочность при переменных напряжениях.

Объем реферата должен составлять не менее 20 стр. машинописного текста на бумаге формата А4. Допускается раскрыть часть вопросов из краткого содержания реферата (таблица 1. Реферат должен представлять собой самостоятельно выполненную оригинальную работу. Степень оригинальности контролируется при помощи системы Антиплагиат.ВУЗ на объем заимствования во время проверки. Реферат должен содержать список использованной литературы).

Титульный лист реферата должен быть выполнен в соответствии с приложением 1 к данной программе. Реферат представляется в печатном виде в ауд. 7-402, не позднее чем за 24 часа до начала вступительного испытания по специальной дисциплине. Каждая стр. реферата подписывается поступающим, в конце реферата указывается общее число стр. текста и ставится подпись поступающего. Кроме того, реферат передается в электронном виде на электронную почту asr@rgups.ru (почта аспирантуры) также не позднее чем за 24 часа до начала вступительного испытания в формате pdf. В теме письма указывается Реферат по специальности 2.1.9. ФИО поступающего. Письмо направляется с почты, указанной для контактов при подаче документов.

Вопросы к экзамену

Раздел 1 Общие вопросы

1. Предмет и объекты строительной механики.
2. Место строительной механики в системе естественных и технических наук.
3. Основные этапы развития строительной механики.
4. Основные гипотезы и принципы теории упругости и строительной механики.
5. Классификация задач строительной механики. Расчетные схемы.

Раздел 2 «Строительная механика»

Часть 1 «Соппротивление материалов и основы теории упругости»

1. Задачи сопротивления материалов. Основные понятия и допущения. Внутренние усилия в стержне в общем случае нагружения. Метод сечений для определения усилий.
2. Центральное растяжение и сжатие стержней. Внутренние усилия и напряжения. 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 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.
9. Внецентренное сжатие стержней большой жесткости. Определение нормальных напряжений. Нулевая линия. Понятие о ядре сечения.
10. Основные теории прочности. Критерии пластичности материалов при сложном напряженном состоянии.
11. Уравнения теории упругости в перемещениях и напряжениях. Закон Гука для изотропного тела.
12. Плоская задача теории упругости. Бигармоническое уравнение. Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Функция напряжений Эри.
13. Техническая теория изгиба пластин. Основные гипотезы и уравнения. Решения для прямоугольной пластины.
14. Дифференциальное уравнение изгиба пластины. Граничные условия для прямоугольной пластины. Методы решения дифференциального уравнения.

Часть 2 «Строительная механика стержневых систем»

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

16. Многопролетные статически определимые балки и рамы. Поэтажная схема. Порядок расчета многопролетных статически определимых балок.
17. Трехшарнирные рамы, рамы с замкнутым контуром. Определение опорных реакций и внутренних усилий в элементах плоских рам. Проверка правильности эпюр внутренних усилий.
18. Трехшарнирные арки. Определение внутренних усилий. Рациональная ось трехшарнирной арки. Нормальные напряжения в трехшарнирной арке.
19. Расчет ферм на узловую нагрузку. Метод вырезания узлов, метод сечений. Особенности расчета шпренгельных ферм.
20. Расчет на подвижную нагрузку. Линии влияния реакций и внутренних усилий. Определение усилий в балках по линиям влияния.
21. Перемещения в упругих системах. Работа внешних сил и потенциальная энергия деформации. Принцип возможных перемещений. Основные теоремы строительной механики.
22. Определение перемещений с помощью интеграла Мора. Способы вычисления интеграла. Определение перемещений от нагрузки, изменения температуры и осадки опор.
23. Статически неопределимые системы и их свойства. Степень статической неопределимости. Сущность метода сил. Основная система. Канонические уравнения метода сил.
24. Порядок расчета статически неопределимых рам методом сил. Использование симметрии конструкции. Определение перемещений в статически неопределимых системах.
25. Расчет многопролетных неразрезных балок на силовые, температурные воздействия и осадку опор. Рациональная основная система. Уравнение трех моментов.
26. Метод перемещений. Степень кинематической неопределимости системы. Идея метода перемещений. Основная система. Канонические уравнения метода перемещений.
27. Применение метода перемещений для расчета рам и неразрезных балок на силовые, температурные воздействия и осадку опор. Использование симметрии в методе перемещений.
28. Определение перемещений в статически неопределимых системах.

5 Учебно-методическое обеспечение подготовки к вступительному испытанию

5.1 Перечень литературы, необходимой для подготовки к вступительному испытанию по разделу 1 «Общие вопросы»:

1. Прикладная механика [Текст]: учебное пособие / С. А. Видюшенков и др. – СПб.: ПГУПС, 2021. – 157 с.
2. Техническая механика. Ч.1 [Текст]: учебное пособие / В.П. Кутовой, С. А. Видюшенков, А.С. Кухарева. – СПб.: ПГУПС, 2019. – 129 с.
3. Соппротивление материалов с элементами теории упругости и механики разрушения [Текст]: учебное пособие / Н. И. Невзоров и др. – СПб.: ПГУПС, 2019. – 330 с.

5.2 Перечень литературы, необходимой для подготовки к вступительному испытанию по разделу 2 «Строительная механика»

«Соппротивление материалов и основы теории упругости»

- 1.Александров А.В. Соппротивление 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. Соппротивление 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. Соппротивление 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. Соппротивление 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. 318 с.
- 5.Молотников В.Я. Теория упругости и пластичности [Электронный ресурс] / В.Я. Молотников, А.А. Молотникова. - Электрон, дан. - Санкт- Петербург: Лань, 2017. - 532 с.
- 6.Прикладная механика: учебное пособие / С. А. Видюшенков и др. – СПб.: ПГУПС, 2021. – 157 с.
- 7.Ахметзянов М.Х. Техническая механика (соппротивление материалов) [Электронный ресурс]: Учебник / М.Х. Ахметзянов. - 2-е изд., пер. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2017. - 300 с.

«Строительная механика стержневых систем»

- 1.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.
- 2.Шапошников Н.Н. Строительная механика: учебник / Н.Н. Шапошников, Р.Х. Кристалинский, А.В. Дарков. - Электрон, дан. - Санкт- Петербург: Лань, 2017. - 692 с.
- 3.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.
- 4.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.
- 5.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.

6 Шкала оценивания и минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительных испытаний

Для вступительных испытаний устанавливается шкала оценивания и минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительных испытаний.

Вступительные испытания оцениваются по 100-балльной шкале оценивания. Общий балл по результатам вступительных испытаний составляет сумму баллов, выставленных за ответы на экзамене, и баллов, учитывающих индивидуальные достижения поступающего.

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

Экзамен проводится в письменной форме с устными комментариями по билетам, включающим 3 вопроса:

- первый вопрос – вопрос из общего списка вопросов к вступительному испытанию (раздел «Общие вопросы»);
- второй и третий вопрос – вопрос из списка вопросов по разделам профилей подготовки (разделы 2, 3 или 4).

Показатели, критерии и шкала оценивания результатов прохождения вступительных испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели, критерии и шкала оценивания результатов прохождения вступительных испытаний

№ п/п	Материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков	Показатель оценивания	Критерии оценивания	Шкала оцени- вания
1	Реферат по специальности	Оригинальность представленного реферата	Оригинальность выше 65%	5
			Оригинальность ниже 65%	0
		Качество текста, обоснованность выводов	Текст логически связан, выводы аргументированы	6-10
			Текст не имеет достаточной логи- ческой связи, выводы отсутствуют или доказаны	0-5
		Собеседование по реферату	получены полные ответы на во- просы по теме реферата	6-10
			не получен ответ на вопросы по теме реферата или ответ не рас- крыт	0-5
Итого максимальное количество баллов за реферат				25
2	Ответ на вопросы экзаменационного билета	Правильность ответа	получен полный ответ на вопрос	16 - 20
			получен достаточно полный ответ на вопрос	11 – 15
			получен неполный ответ на во- прос	5 – 10
			не получен ответ на вопрос или вопрос не раскрыт	0 – 5
		Итого максимальное количество баллов за ответ на вопрос		

Итого максимальное количество баллов за 3 вопроса			60
3	Индивидуальные достижения поступающего:	Наличие опубликованных трудов в научном издании из перечня ВАК	10
		В журналах и сборниках научных трудов индексируемых в РИНЦ (в том числе студенческих конференций);	5
		Наличие документов, подтверждающих участие занятии призовых мест во Всероссийских студенческих олимпиадах	5
Максимальное количество баллов за индивидуальные достижения			15**
ИТОГО максимальное количество баллов			100

Примечание:

* - количество баллов определяется как сумма баллов, определенная каждым членом экзаменационной комиссии, деленная на количество членов экзаменационной комиссии по приему вступительных испытаний.

** - дополнительные баллы начисляются при наличии доказательной базы (копии диплома победителя (призера) конкурса, копии научного издания с опубликованной статьей или тезисами и др.) – баллы суммируются, при этом общее число баллов за индивидуальные достижения поступающего не может превышать 15.

**Приложение 1. Образец титульного листа реферата
для сдачи вступительных испытаний**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Реферат для сдачи вступительных испытаний в аспирантуру по дисциплине

«Специальная дисциплина»

группа научных специальностей

2.1 Строительство и архитектура

Научная специальность

2.1.9 Строительная механика

Тема реферата:

«.....».

Выполнил:

Ф.И.О.

(подпись).

«_____» _____ 2025 г.

Санкт-Петербург
2025