

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

Кафедра «Механика и прочность материалов и конструкций»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.3 «СПЕЦИАЛЬНАЯ ДИСЦИПЛИНА ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ»

Группа научных специальностей 2.1 Строительство и архитектура
(шифр и наименование группы научных специальностей)

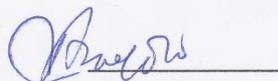
Научная специальность 2.1.9 Строительная механика
(шифр и наименование научной специальности)

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Механика и прочность материалов и конструкций»
Протокол № 6 от 18 декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Механика и прочность материалов
и конструкций»
18 декабря 2024 г.



С.А. Видюшенков

СОГЛАСОВАНО

Руководитель программы аспирантуры
д.т.н., профессор
18 декабря 2024 г.



В.И. Смирнов

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа «Специальная дисциплина по научной специальности» разработана для группы научных специальностей 2.1 «Строительство и архитектура» по научной специальности 2.1.9 «Строительная механика».

Целью изучения дисциплины «Специальная дисциплина по научной специальности» является сдача кандидатского экзамена.

Для достижения поставленных целей решаются следующие задачи:

- изучение методов статического и динамического расчета инженерных сооружений на прочность, жесткость и устойчивость;
- изучение теории и методов оптимизации сооружений и конструкций;
- изучение методов расчета сооружений в экстремальных ситуациях (землетрясения, ураганы, взрывы и так далее) и исследование нагрузок на сооружения;
- разработка физико-математических моделей расчета конструкций и сооружений на прочность и надежность.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Изучение дисциплины направлено на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются приобретение знаний, умений и навыков.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

ЗНАТЬ:

- основные методы статических расчетов стержневых и тонкостенных конструкций;
- основы динамики конструкций;
- основы расчета конструкций на устойчивость;
- основы теории и методы оптимизации сооружений;
- основные численные методы в расчетах конструкций.

УМЕТЬ:

- составить расчетную схему сооружения, произвести ее кинематический анализ, выбрать наиболее рациональный метод расчета при различных воздействиях и найти истинное распределение напряжений, обеспечив при этом необходимую прочность и жесткость его элементов с учетом реальных свойств конструкционных материалов, используя современную вычислительную технику.

ВЛАДЕТЬ:

- навыками проведения кинематического анализа расчетной схемы конструкции; современными методами определения внутренних усилий, напряжений и перемещений в элементах статически определимых и неопределимых систем при статических и динамических воздействиях; элементами рационального проектирования конструкций.

3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Специальная дисциплина по научной специальности» относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» Учебного плана и является обязательной дисциплиной.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Курс (семестр)	
		3 (6)	4 (7)
Контактная работа (по видам учебных занятий)	68	36	32
В том числе:	68	36	32
– лекции (Л)	—	—	—
– практические занятия (ПЗ)	—	—	—
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	108	68	40
Контроль	40	4	36
Форма контроля знаний		3	КЭ
Общая трудоемкость: час / з.е.	216/6	108/3	108/3

Примечания: «Форма контроля знаний» – зачет (З), кандидатский экзамен (КЭ).

5. Содержание и структура дисциплины

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
Курс 3 (семестр 6)		
1	Основы теории упругости, пластичности и ползучести	<p>Лекция 1. Предмет и объекты строительной механики. Место строительной механики в системе естественных наук. Основные этапы развития строительной механики.</p> <p>Лекция 2. Механические свойства материалов. Назначение и основные типы механических испытаний. Испытательные машины и установки. Диаграммы растяжения - сжатия.</p> <p>Лекция 3. Изменение объема и формы. Упругая и пластическая деформация. Упрочнение.</p> <p>Лекция 4. Ползучесть и длительная прочность. Хрупкое и вязкое разрушение. Усталость материалов.</p> <p>Лекция 5. Экспериментальные методы строительной механики. Метод тензометрии, поляризационно-оптический метод. Применение фотоупругих покрытий, метод муаровых полос. Метод голографической тензометрии.</p>

1		<p>Лекция 6. Тензор напряжений. Главные напряжения и главные площадки. Инварианты тензора напряжений.</p> <p>Лекция 7. Дифференциальные уравнения равновесия. Граничные условия.</p> <p>Лекция 8. Тензор деформаций. Главные оси деформаций и главные деформации. Инварианты тензора деформаций.</p> <p>Лекция 9. Уравнения, связывающие перемещение и деформации. Уравнения совместности деформаций.</p> <p>Лекция 10. Тензор упругих деформаций и его свойства. Закон Гука для изотропного тела.</p> <p>Лекция 11. Гипотезы прочности и критерии пластичности материалов при сложном напряженном строении.</p> <p>Лекция 12. Полная система уравнений теории упругости. Уравнения теории упругости в перемещениях и напряжениях. Постановка основных краевых задач теории упругости. Принцип Сен-Венана.</p> <p>Лекция 13. Вариационные принципы теории упругости. Принцип Лагранжа. Принцип Кастильяно.</p> <p>Лекция 14. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния. Обобщенное плоское напряженное состояние. Функция напряжений.</p> <p>Лекция 15. Плоская задача в полярных координатах. Кручение призматических стержней.</p> <p>Лекция 16. Основы теории пластичности. Модель упругопластического тела.</p> <p>Лекция 17. Деформационная теория пластичности. Теория пластического течения.</p> <p>Лекция 18. Элементы теории ползучести. Основы теории линейной вязкоупругости.</p> <p>Самостоятельная работа. Концентрация напряжений.</p>
Курс 4 (семестр 7)		
2	Строительная механика стержней и стержневых систем	<p>Лекция 1. Кинематический анализ плоских и пространственных стержневых систем. Методы определения усилий в элементах стержневых систем.</p> <p>Лекция 2. Общие теоремы строительной механики: теорема Клапейрона, теорема взаимности возможных работ (теорема Бетти), теорема Максвелла.</p> <p>Лекция 3. Потенциальная энергия деформаций стержневой системы. Метод определения перемещений. Метод Максвелла-Мора.</p> <p>Лекция 4. Расчет статически неопределимых систем по методу сил и методу перемещений. Смешанный метод.</p> <p>Самостоятельная работа. Расчет на температурные воздействия. Понятие о расчете систем с односторонними связями.</p>
3	Динамика конструкций	<p>Лекция 5. Собственные и вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Учет диссипации энергии.</p> <p>Лекция 6. Нестационарные режимы в линейных системах. Понятие о параметрических колебаниях и автоколебаниях.</p>

		<p>Лекция 7. Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний стержней.</p> <p>Лекция 8. Уравнения колебаний пластинок и оболочек. Установившиеся вынужденные колебания стержней, пластинок и оболочек.</p> <p>Лекция 9. Распространение волн и ударные явления в упругих телах. Основные понятия о расчетах сооружений на сейсмические воздействия.</p> <p>Самостоятельная работа. Ударная нагрузка. Испытания материалов и конструкций на удар.</p>
4	Устойчивость конструкций	<p>Лекция 10. Продольный изгиб центрально сжатых стержней.</p> <p>Лекция 11. Устойчивость рам и стержневых систем.</p> <p>Лекция 12. Устойчивость прямоугольных пластинок при сжатии, изгибе и чистом сдвиге. Устойчивость круговой цилиндрической оболочки.</p> <p>Самостоятельная работа. Устойчивость колец и труб.</p>
5	Численные методы и применение ЭВМ в расчетах конструкций	<p>Лекция 13. Вариационные основы метода конечных элементов.</p> <p>Лекция 14. Метод граничных элементов. Разностные методы.</p> <p>Лекция 15. Расчеты конструкций на надежность и долговечность.</p> <p>Лекция 16. Краткий исторический обзор применения ЭВМ для расчета конструкций.</p> <p>Самостоятельная работа. Компьютерные технологии в строительной механике.</p>

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	СРС	Всего
1	Основы теории упругости, пластичности и ползучести	36	-	68	104
2	Строительная механика стержней и стержневых систем	8	-	10	18
3	Динамика конструкций	10	-	12	22
4	Устойчивость конструкций	6	-	8	14
5	Численные методы и применение ЭВМ в расчетах конструкций	8	-	10	18
	Итого	68	-	108	176
Контроль					40
Всего (общая трудоемкость, час.)					216

6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Для проведения текущего контроля по дисциплине обучающийся должен подготовить рефераты (объем 10-15 страниц).

Примерная структура реферата

1. Титульный лист
2. Содержание
3. Основная часть
4. Заключение (Выводы)
5. Библиографический список

Перечень тем рефератов

3 курс

1. Методы экспериментального исследования, деформированного и напряженного состояний твердого тела и элементов конструкций.
2. Факторы, вызывающие напряженно-деформированное состояние тела.
3. Температурные и монтажные напряжения.
4. Расчет проводов и тросов.
5. Контактные напряжения.
6. Решение двумерной задачи теории упругости при помощи рядов Фурье.
7. Примеры решения задач теории упругости в тригонометрических рядах.
8. Примеры решения задач теории упругости в полярных координатах.
9. Примеры задач строительной механики, требующие использования приближенных численных методов.
10. Примеры решения простейших задач теории пластичности.

4 курс

1. Применение тригонометрических рядов для расчета прямоугольных пластин.
2. Примеры расчета цилиндрических оболочек на изгиб.
3. Примеры расчета балок на удар и колебания.
4. Задачи динамики сооружений и конструкций.
5. Задачи устойчивости сооружений и конструкций.
6. Надежность конструкций и допустимость повреждений.
7. Вычислительные методы в механике разрушения.
8. Факторы, влияющие на прочность и разрушение материалов.
9. Рациональное и оптимальное проектирование элементов конструкций.
10. Методы вычислительной математики, используемые в строительной механике.

Материалы для промежуточной аттестации

3 курс

Перечень вопросов к зачету

1. Механические свойства материалов. Назначение и основные типы механических испытаний.
2. Диаграммы растяжения-сжатия. Изменение объема и формы. Упругая и пластическая деформация.
3. Тензор напряжений. Главные напряжения и главные площадки. Инварианты тензора напряжений.
4. Дифференциальные уравнения равновесия элементарного параллелепипеда. Граничные условия.
5. Тензор деформаций. Главные оси деформаций и главные деформации. Инварианты тензора деформаций.
6. Уравнения, связывающие перемещение и деформации. Уравнения совместности деформаций. Закон Гука для изотропного тела.
7. Гипотезы прочности и критерии пластичности материалов при сложном напряженном строении.
8. Уравнения теории упругости в перемещениях и напряжениях. Постановка основных краевых задач теории упругости. Теорема единственности.
9. Принцип Сен-Венана. Вариационные принципы теории упругости.
10. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния. Обобщенное плоское напряженное состояние.
11. Напряжения и перемещения в упругом стержне в общем случае нагружения. Изгиб прямолинейных стержней. Особенности работы на изгиб кривых стержней.
12. Кинематический анализ плоских и пространственных стержневых систем.
13. Общие теоремы строительной механики: теорема Клайперона, теорема взаимности возможных работ (теорема Бетти), теорема Максвелла.
14. Потенциальная энергия деформаций стержневой системы. Метод определения перемещений. Метод Максвелла-Мора.
15. Расчет статически неопределимых систем по методу сил и методу перемещений. Смешанный метод.

4 курс

Перечень вопросов к кандидатскому экзамену, методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов сдачи кандидатского экзамена приведены в Программе Кандидатского Экзамена по научной специальности 2.1.9 «Строительная механика». Процедура проведения экзамена осуществляется в форме устного ответа на вопросы билета.

Экзаменационный билет содержит вопросы из перечня вопросов к кандидатскому экзамену.

Тематика вопросов к кандидатскому экзамену

1. Основы теории упругости, пластичности и ползучести.
2. Строительная механика стержней и стержневых систем.
3. Динамика конструкций.
4. Устойчивость конструкций.
5. Численные методы и применение ЭВМ в расчетах конструкций.

7. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине

7.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой аспирантуры, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Аспирантам обеспечен доступ (удаленный доступ) к учебно-методическим материалам, размещенным в электронно-информационной среде ФГБОУ ВО ПГУПС по адресу <https://sdo.pgups.ru/>

7.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- операционная система Windows;
- MS Office;
- Антивирус Касперский.

7.3. Аспирантам обеспечен доступ (удаленный доступ) к библиотечно-справочным системам:

– электронно-библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/books> — Загл. с экрана.;

– электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. — Загл. с экрана;

– электронно-библиотечная система ibooks.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ibooks.ru/> — Загл. с экрана.

7.4. Аспирантам обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным и информационно-справочным системам:

– личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация);

– Российская газета - официальное издание для документов Правительства РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rg.ru>, свободный;

– Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ). Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.gost.ru/wps/portal, свободный. – Загл. с экрана;

– Правительство Российской Федерации. Интернет-портал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.government.ru>, свободный.

7.5. Аспирантам обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

– Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/>, свободный.

7.6. Перечень печатных изданий, используемых при освоении дисциплины:

1. Шапошников Н.Н. Строительная механика [Электронный ресурс]: учебник / Шапошников Н.Н., Кристалинский Р.Х., Дарков А.В. – СПб.: Лань, 2018. - 692с.

2. Кузьмин Л. Ю. Строительная механика [Электронный ресурс] / Л. Ю. Кузьмин, В.Н. Сергиенко. - Москва: Лань", 2016.

(Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76273)

3. Невзоров Н.И. Сопротивление материалов с элементами теории упругости и механики разрушения: учебное пособие / Невзоров Н.И., Елизаров С.В., Каптелин Ю.П., Аллахвердов Б.М., Смирнов В.И., Кухарева А.С. - СПб. : ФГБОУ ВО ПГУПС, 2019. - 330 с.

4. Васильков Г. В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений [Электронный ресурс] / Г.В. Васильков, З.В. Буйко. - СПб : Лань, 2013. –256с. (Режим доступа:

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5110)

5. Молотников В. Я. Механика конструкций. Теоретическая механика. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] / В. Я. Молотников. - Москва Лань, 2012. – 544с.(Режим доступа:

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4546)

6. Васильев, В.З. Основы и некоторые специальные задачи теории упругости [Электронный ресурс]: - Электрон. дан. - М.: УМЦ ЖДТ (Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте), 2012. - 216 с.

7. Строительная механика в статических и динамических расчетах транспортных сооружений [Электронный ресурс]: / Б.М. Аллахвердов, А.В. Бенин, Б.Н. Васильев. - Электрон. дан. - М.: УМЦ ЖДТ (Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте), 2011. – 344 с.

Разработчик программы:
д.т.н., профессор кафедры
«Механика и прочность материалов
и конструкций»

18 декабря 2024 г.



В.И. Смирнов