

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

_____ А.А. Волков

« ____ » _____ 2016 г.

ПРОГРАММА
кандидатского экзамена
по научной специальности

<u>05.23.17</u> <i>Шифр</i>	<u>Строительная механика</u> <i>Название специальности</i>
<u>08.06.01</u> <i>Код</i>	<u>Техника и технологии строительства</u> <i>Направление подготовки</i>
<u>Промышленное и гражданское строительство</u> <i>Наименование основной профессиональной образовательной программы</i>	

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИСА 5

Протокол № 6 от 12 мая 2016 г.

Председатель экзаменационной
комиссии

Мондрус В.Л.

Председатель методической
комиссии

Туснина В.М.

Разработчики программы:

Зав. кафедрой «Строительная
механика», д.т.н.

Мондрус В.Л.

Доцент кафедры «Строительная
механика», д.т.н.

Филатов В.В.

Москва 2016

Оглавление

Введение	3
РАЗДЕЛ 1. Методологические и экспериментальные основы строительной механики	4
РАЗДЕЛ 2. Основы теории упругости, пластичности и ползучести	4
РАЗДЕЛ 3. Строительная механика стержней и стержневых систем	5
РАЗДЕЛ 4. Строительная механика тонкостенных конструкций	6
РАЗДЕЛ 5. Динамика конструкций	6
РАЗДЕЛ 6. Устойчивость конструкций	7
РАЗДЕЛ 7. Теория надежности конструкций	8
РАЗДЕЛ 8. Алгоритмизация и численные методы расчета конструкций	8
Перечень вопросов к кандидатскому экзамену, осваиваемых на специальной дисциплине в рамках программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре	9
Литература.	10

Введение

Настоящая программа разработана для сдачи кандидатских экзаменов по направлению подготовки высшего образования - подготовки кадров высшей квалификации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства».

Программа соответствует научной специальности, предусмотренной номенклатурой научных специальностей, утверждаемой Министерством образования и науки Российской Федерации, 05.23.17 «Строительная механика».

Программа разработана на основе примерной программы (программы – минимума) кандидатского экзамена по специальности 05.23.17 «Строительная механика» по техническим наукам экспертного совета Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России, а также сотрудниками НИУ МГСУ.

Кандидатский экзамен является формой промежуточной аттестации при освоении программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Кандидатский экзамен должен соответствовать теме диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Программа ориентирована на выявление профессионального уровня соискателей специальности 05.23.17 «Строительная механика» по технической отрасли наук, степени их готовности к научной работе, широты диапазона аналитического и ассоциативного мышления.

Программа соответствует содержанию специальной дисциплины «Строительная механика» ОПОП ВО по подготовке кадров высшей квалификации по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства» профиля «Промышленное и гражданское строительство», реализуемой НИУ МГСУ.

Данная программа охватывает следующие основные разделы:

Раздел 1. Методологические и экспериментальные основы строительной механики.

Раздел 2. Основы теории упругости, пластичности и ползучести.

Раздел 3. Строительная механика стержней и стержневых систем.

Раздел 4. Строительная механика тонкостенных конструкций.

Раздел 5. Динамика конструкций.

Раздел 6. Устойчивость конструкций.

Раздел 7. Теория надежности конструкций.

Раздел 8. Алгоритмизация и численные методы расчета конструкций.

РАЗДЕЛ 1. Методологические и экспериментальные основы строительной механики

1. Предмет и объекты строительной механики. Место строительной механики в системе естественных наук. Основные этапы развития строительной механики.
2. Механические свойства материалов. Назначение и основные типы механических испытаний. Испытательные машины и установки.
3. Диаграммы растяжения – сжатия. Изменение объема и формы.
4. Упругая и пластическая деформация. Влияние фактора времени. Упрочнение. Влияние скорости деформации.
5. Ползучесть и длительная прочность. Хрупкое и вязкое разрушение. Усталость материалов.
6. Экспериментальные методы строительной механики.
7. Метод тензометрии, поляризационно-оптический метод.
8. Применение фотоупругих покрытий, метод муаровых полос.
9. Метод голографической тензометрии.

РАЗДЕЛ 2. Основы теории упругости, пластичности и ползучести

1. Тензор напряжений. Главные напряжения и главные площадки. Инварианты тензора напряжений. Дифференциальные уравнения равновесия. Граничные условия.
2. Тензор деформаций. Главные оси деформаций и главные деформации. Инварианты тензора деформаций.
3. Уравнения, связывающие перемещение и деформации. Уравнения совместности деформаций.
4. Закон Гука для анизотропного тела. Тензор упругих деформаций и его свойства. Закон Гука для изотропного тела.
5. Гипотезы прочности и критерии пластичности материалов при сложном напряженном строении.
6. Полная система уравнений теории упругости. Уравнения теории упругости в перемещениях и напряжениях. Уравнение Бельтрами—Митчелла.
7. Постановка основных краевых задач теории упругости. Теорема единственности. Принцип Сен-Венана.

8. Вариационные принципы теории упругости. Принцип Лагранжа. Принцип Кастильяно. Вариационные методы решения задач теории упругости.
9. Плоское напряженное и плоское деформированное состояния. Обобщенное плоское напряженное состояние.
10. Функция напряжений, Бигармоническое уравнение и граничные условия для функций напряжений.
11. Плоская задача в полярных координатах. Кручение призматических стержней.
12. Основы теории пластичности. Модель упругопластического тела.
13. Деформационная теория пластичности.
14. Теория пластического течения.
15. Теория предельного равновесия Экстремальные принципы теории предельного равновесия и их применение для определения предельных нагрузок.
16. Экстремальные принципы динамики идеально пластического тела, определение остаточных перемещений.
17. Элементы теории ползучести. Установившаяся и неустойчивая ползучесть.
18. Основы теории линейной вязкоупругости.

РАЗДЕЛ 3. Строительная механика стержней и стержневых систем

1. Напряжения и перемещения в упругом стержне в общем случае нагружения. Изгиб прямолинейных стержней.
2. Расчет балок на упругом основании.
3. Особенности работы на изгиб кривых стержней.
4. Изгиб и кручение тонкостенных стержней открытого профиля. Секториальные характеристики сечения.
5. Свободное и стесненное кручение тонкостенных стержней.
6. Кинематический анализ плоских и пространственных стержневых систем. Методы определения усилий в элементах стержневых систем.
7. Общие теоремы строительной механики: теорема Клапейрона, теорема взаимности возможных работ (теорема Бетти), теорема Максвелла.
8. Потенциальная энергия деформаций стержневой системы. Метод определения перемещений. Метод Максвелла—Мора.
9. Расчет статически неопределимых систем по методу сил и методу перемещений.

10. Смешанный метод. Расчет на температурные воздействия. Понятие о расчете систем с односторонними связями.

РАЗДЕЛ 4. Строительная механика тонкостенных конструкций

1. Теория изгиба пластинок. Основные гипотезы и уравнения.
2. Решения Навье и Леви для прямоугольной пластинки.
3. Изгиб круглых и кольцевых пластинок.
4. Допущения классической теории тонких упругих оболочек. Полная система уравнений теории оболочек.
5. Основы теории пологих тонких оболочек В.З. Власова. Уравнение теории пологих оболочек и область их применения.
6. Безмоментная теория оболочек, область применения.
7. Осесимметричный изгиб оболочек вращения.
8. Краевой эффект в круговой цилиндрической оболочке.
9. Основные понятия нелинейной теории пластинок и оболочек.
10. Применение вариационных принципов строительной механики к расчету тонкостенных систем.
11. Расчет призматических складчатых систем.

РАЗДЕЛ 5. Динамика конструкций

1. Вариационные принципы динамики.
2. Собственные и вынужденные колебания систем с конечным числом степеней свободы. Учет диссипации энергии.
3. Нестационарные режимы в линейных системах.
4. Понятие о параметрических колебаниях и автоколебаниях.
5. Уравнения продольных, крутильных и изгибных колебаний стержней.
6. Уравнения колебаний пластинок и оболочек.
7. Методы определения частот и форм собственных колебаний упругих систем.
8. Установившиеся вынужденные колебания стержней, пластинок и оболочек.
9. Распространение волн и ударные явления в упругих телах.
10. Основные понятия о расчетах сооружений на сейсмические воздействия.

11. Спектральный метод и метод расчета на воздействия, заданные акселерограммами.

РАЗДЕЛ 6. Устойчивость конструкций

1. Понятие устойчивости по Ляпунову. Методы решения задач устойчивости: метод Эйлера, энергетический метод, динамический метод, динамический метод.
2. Предельные точки и точки бифуркации. Устойчивость физически и геометрически нелинейных задач системы. Понятие о задачах динамической устойчивости.
3. Продольный изгиб сжатых стержней. Дифференциальное уравнение сжато – изогнутого стержня.
4. Расчет рам на устойчивость методом перемещений.
5. Устойчивость арок и колец. Потеря устойчивости плоской формы, изгиба стержней различного поперечного сечения.
6. Устойчивость круговой цилиндрической оболочки при осевом сжатии и гидростатическом давлении.
7. Устойчивость конструкций за пределом упругости. Приведено – модульная и касательно – модульная критическая сила.

РАЗДЕЛ 7. Теория надежности конструкций

1. Основные понятия теории надежности.
2. Виды отказов и предельных состояний.
3. Вероятность безотказной работы сооружения как основная характеристика надежности.
4. Статистический анализ механических свойств материалов.
5. Вероятностное истолкование коэффициента запаса.
6. Учет фактора времени в расчетах на надежность.
7. Понятие о расчетах конструкций на долговечность.

РАЗДЕЛ 8. Алгоритмизация и численные методы расчета конструкций.

1. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений большой размерности.
2. Численное интегрирование систем дифференциальных уравнений и решение краевых задач на ЭВМ.
3. Проблема собственных значений на ЭВМ.
4. Проблемы вычислительной устойчивости.
5. Основные способы дискретизации при решении задач строительной механики. Матричная формулировка задач.
6. Этапы решения задач для статически неопределимых стержневых систем и их автоматизация. Матричные алгоритмы.
7. Особенности решения на ЭВМ задач динамики и устойчивости стержневых систем.
8. Вариационные основы метода конечных элементов и его реализация на ЭВМ.
9. Метод граничных элементов.
10. Разностные методы.
11. Вычислительный эксперимент и его роль в решении задач проектирования сооружений.
12. Статистическое моделирование и расчет конструкций на надежность и долговечность.
13. Основные численные методы оптимизации. Применение ЭВМ для оптимального проектирования конструкций.
14. Понятие о системах автоматизированного проектирования.

Перечень вопросов к кандидатскому экзамену, осваиваемых на специальной дисциплине в рамках программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Расчет конструкций методом последовательных аппроксимаций (МПА)

1. Сравнение метода конечных разностей (МКР), обобщенного метода конечных разностей (ОМКР) и метода последовательных аппроксимаций (МПА) на примере расчета балок.

2. Расчет балок на поперечный изгиб с привлечением МПА.
3. Расчет балок кусочно-постоянной жесткости.
4. Расчет балок на упругом основании (винклеровском).
5. Расчет стержней на устойчивость.
6. Расчет балок на продольно-поперечный изгиб.
7. Расчет балок постоянного сечения на динамическое воздействие
8. Расчет прямоугольных пластин на поперечный изгиб.
9. Расчет пластин на упругом основании.
10. Расчет пластин на устойчивость.
11. Расчет пластин на продольно-поперечный изгиб.
12. Определение основного тона собственных колебаний пластин постоянной жесткости.
13. Расчет пластин на динамическое воздействие.

Расчет стержневых систем с учетом пластических свойств материалов

1. Метод упругих решений.
2. Метод переменных параметров упругости.
3. Расчет стержневых систем по методу предельного равновесия.
4. Метод последовательных приближений.
5. Шаговые методы.
7. Основные методы решения нелинейных задач.
8. Нелинейно упругие балки.
9. Расчет стержневых систем по методу предельного равновесия.
10. Теоремы предельного равновесия
11. Статическая теорема.
12. Кинематическая теорема.
13. Теорема единственности.
14. Расчет статически неопределимых рам способом комбинированных механизмов разрушения.

Литература

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Строительная механика	Варданян Г.С. Сопротивление материалов с элементами теории упругости и пластичности. Москва Инфра-М, 2013, 637 с.	205	24
2	Строительная механика	Вентцель Е.С. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. Учеб. пос. – М.: Изд-во Кно-Рус, 2013, 441 с.	15	24
<i>Дополнительная литература</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
3	Строительная механика	Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. II. Статически неопределимые системы. Учеб. пос. – М.: Изд-во АСВ, 2010.	4	24
4	Строительная механика	Райзер В.Д. Теория надежности сооружений. Учеб. пос. – М.: Изд-во АСВ, 2010. 383 с.	20	24