

*Материалы IV Общероссийской научной конференции
«Современные проблемы науки и образования», Москва, 17-19 февраля 2009 г.*

Педагогические науки

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА ДИНАМИКИ СООРУЖЕНИЙ ПРИ
ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ СИСТЕМЕ ОБУЧЕНИЯ**

Холопов И.С.

*Самарский государственный архитектурно-строительный университет
Самара, Россия*

Самарский государственный архитектурно-строительный университет (СГАСУ) с 1997 года приступил к подготовке бакалавров и магистров по специальности «Теория и проектирование зданий и сооружений» на 5-м и 6-м годах обучения. Для подготовки магистров в Самарском архитектурно-строительном университете организован деканат магистерской подготовки. «Металлические и деревянные конструкции».

Двухгодичная подготовка обеспечивает высокий теоретический уровень знаний магистрантов. Однако после окончания магистратуры для успешной работы на производстве, обучения в аспирантуре и дальнейшей работы на кафедрах, связанных с проектированием и производством конструкций, требуется инженерный опыт и знания. Поэтому кафедра «Металлические и деревянные конструкции» СГАСУ по согласованию с руководством университета проводят на 5-м году обучения параллельную инженерную подготовку магистрантов с выполнением дипломных проектов, как правило, реальных, выполняемых по заказам с предприятиями. При этом в дипломные работы, выполняемые магистрантами, включаются элементы научных исследований.

Главным итогом обучения в магистратуре является подготовка и защита магистерской диссертации. Магистерская диссертация содержит элементы научных исследований. Однако эти исследования направлены на достижение практических результатов в проектировании строительных конструкций и, как правило, связаны с инженерными проработками.

К сожалению, при подготовке магистрантов кафедра сталкивается с проблемами, связанными с особенностями бакалаврской подготовки. Предлагаемые государственные стандарты массовой подготовки бакалавров в строительстве предполагают освоение только самых общих проблем строительной механики и строительных конструкций. Разделы строительной механики, связанные с анализом устойчивости и динамики, а также курсы конструкций предполагается в сильно урезанном виде перенести из обязательных дисциплин в разделы по выбору вуза. Количество выделяемых часов на аудиторные и самостоятельные занятия при этом существенно ограничивается.

В настоящее время при подготовке специалистов изучение вопросов устойчивости и динамики рассматривается в курсе строительной механики в отрыве от проектирования строительных конструкций. Очевидно, что в новых условиях, когда бакалаврскую подготовку предполагается ограничить «ознакомительными» курсами, а магистерская подготовка продолжается всего 1,5-2 года, для повышения качества обучения необходимо разрабатывать новые методические пособия, отличающиеся объединением достаточно глубокого изложения теоретических основ строительной механики и соответствующих разделов, связанных с проектированием строительных конструкций.

В процессе длительной работы по подготовке магистров в Строительном институте Самарского архитектурно-строительного университета (СГАСУ) кафедрой «Металлические и деревянные конструкции» совместно с деканатом магистерской подготовки сформировались программы, курсы дисциплин и учебные планы, предусматривающие объединение углубленных теоретических знаний с практическими требованиями к проектированию конструкций.

Для обеспечения глубокой связи теоретических положений в области динамики с практическими задачами, возникающими при определении динамических воздействий на здания и сооружения, на кафедре «Металлические и деревянные конструкции» СГАСУ под руководством и при непосредственном участии академика РАН И.С.Холопова разработан курс лекций «РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ».

Предлагаемый курс лекций насыщен многочисленными примерами расчета строительных конструкций на динамические нагрузки. Данная работа включает материал, излагаемый автором магистрантам строительного профиля (специализация 550101 «Теория и проектирование зданий и сооружений») при чтении курса лекций «Конструирование, расчет и реконструкция сооружений при динамических воздействиях» (6-й курс, 11-й семестр). Лекция 10 написана проф. М.Д.Мосесовым, лекция 13 написана автором при участии асп. Д.Д.Чернышева, л. 14 совместно с Р.А.Улицкой.

В предлагаемом курсе лекций отражаются вопросы, связанные с проблемами расчета сооружений на динамические воздействия различного вида. Описаны основные методы решения дифференциальных уравнений, характеризующих колебательные процессы. Рассматриваются

свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при действии гармонических и импульсных нагрузок.

Ряд разделов посвящен практическому изучению методик расчета активной и пассивной виброизоляции. Описываются основные типы приборов для экспериментального изучения динамических процессов. Приводится методика решения задач с несколькими степенями свободы при действии детерминированных динамических нагрузок на основе разложения по собственным формам колебаний.

Особое внимание уделено изучению частотного анализа. Изложены основы теории случайных процессов и вопросы, связанные с определением случайной ветровой нагрузки на здания и сооружения, разработкой и использованием соответствующих нормативных документов. Рассматриваются современные подходы учета вероятностных свойств ветровой нагрузки при определении реакции сооружений с большим количеством степеней свободы.

Выполнен исторический обзор развития методик определения сейсмической нагрузки на здания и сооружения. Описаны различные методики сейсмического анализа, в том числе методика на основе разложения по собственным формам и методики расчета на основе пошагового интегрирования дифференциальных уравнений. Рассматриваются также нормативные методики расчета и их связь с теоретическими задачами динамического расчета.

При изучении курса предполагается владение основами строительной механики в области статического расчета и знаниями математики в объеме вузовского (бакалаврского) курса.

В процессе изучения курса предусматриваются практические занятия и выполнение курсовой работы по расчету и проектированию активной и пассивной виброизоляции и расчету плоских рам на основе разложения решения по собственным формам. При этом производится сопоставление полученных в курсовой работе с использованием программы MathCad результатов с аналогичными решениями, полученными магистрантами, на основе известных вычислительных комплексов (ЛИРА, СКАД, СТАРК и др.)

Курс лекций используется магистрантами строительного профиля (специализация 550101 «Теория и проектирование зданий и сооружений»). Его можно использовать также при изучении разделов строительной механики студентами строительных специальностей (290300 «промышленное и гражданское строительство», 290301 «городское строительство и хозяйство», 270200 «Транспортное строительство», 291300 «механизация и автоматизация в строительстве») и рядом других.

Предлагаемый курс лекций рекомендуется для использования научными работниками, аспирантами, а также при повышении квалификации проектировщиками.

Подготовка бакалавров, магистров на кафедре «Металлические и деревянные конструкции» Самарского государственного архитектурно-строительного университета показывает, что переход на двухуровневую систему обучения должен сопровождаться значительной *инновационной* работой по созданию нового методического комплекса для обучения магистрантов и бакалавров. При разработке новых пособий и учебников необходимо опираться на новые государственные стандарты и собственный опыт подготовки бакалавров, магистров и специалистов, а также на опыт по повышению квалификации кадров строительного профиля.

Необходимо также сохранить лучшие традиции одноступенчатой системы образования, используя богатейший отечественный и зарубежный опыт.

В заключение приведем краткое содержание курса лекций

Лекция 1	Общие понятия о динамическом анализе
1.1	Цель динамического анализа
1.2	Виды хорошо определенных нагрузок
1.3	Основные характеристики задач динамики
1.4	Методы дискретизации
1.4.1	Метод сосредоточенных масс
1.4.2	Обобщенные перемещения
1.4.3	Метод конечных элементов (МКЭ)
1.5	Общие методы вывода уравнений движения
1.6	Расчетные динамические модели
Лекция 2	Системы с 1-й степенью свободы
2.1	Цель динамического анализа
2.2	Примеры. Использование принципа Даламбера
2.3	Использование принципа Гамильтона
2.4	Двумерные задачи

Лекция 3	Реакция систем при динамических воздействиях общего вида
3.1	Решение однородного дифференциального уравнения
3.1.1	Общая методика решения однородного дифференциального уравнения с учетом затухания
3.1.2	Свободные колебания без учета затухания
3.1.3	Свободные колебания с учетом затухания
3.1.4	Пример. Определение параметров затухания
3.2	Общая методика решения неоднородного дифференциального уравнения
3.3	Иллюстрация решения неоднородного дифференциального уравнения. Интеграл Дюамеля. Коэффициент динамичности
Лекция 4	Реакция систем с одной степенью свободы при гармонических воздействиях
4.1	Недемпфированная система
4.2	Демпфированная система
4.3	Пример. Определение динамических характеристик сооружения
4.4	Резонансный режим
Лекция 5	Виброизоляция (виброзащита)
5.1	Вибрации и виброизоляция
5.2	Активная виброизоляция
5.3	Пассивная виброизоляция
5.4	Проектирование виброизоляции
5.5	Расчет характеристик пружинных демпферов
5.6	Примеры расчета виброизоляции
Лекция 6	Динамические гасители колебаний
6.1	Динамический гаситель без учета демпфирования
6.2	Динамический гаситель с учетом демпфирования
6.3	Пример расчета динамического гасителя для активной виброзащиты
6.4	Пример расчета динамического гасителя для пассивной виброзащиты
Лекция 7	Реакция системы с одной степенью свободы при импульсных и неперiodических нагрузках
7.1	Мгновенный импульс
7.2	Сила, действующая за короткий отрезок времени
7.3	Внезапно приложенная нагрузка
7.4	Внезапно приложенная нагрузка при $t=0$ и удаленная при $t=\tau$
7.5	Периодическое повторное нагружение
7.6	Реакция при линейном возрастании возмущающей нагрузки
7.7	Реакция при линейном возрастании возмущающей нагрузки и затем постоянной
7.8	Линейно убывающая нагрузка (взрыв)
7.9	Реакция от синусоидальной импульсной нагрузки
7.10	Приближенный метод определения реакций при импульсной нагрузке. Спектры реакций
Лекция 8	Удар
8.1	Общие понятия об ударе
8.2	Удар абсолютно твердого тела об упругую невесомую преграду
8.3	Примеры расчета конструкций при ударном воздействии
8.4	Неупругий удар (прилипание)
8.5	Удар падающего тела по упругой балке с распределенной массой
Лекция 9	Реакция системы с одной степенью свободы при произвольных периодических нагрузках
9.1	Представление нагрузки в виде ряда Фурье
9.2	Реакция системы при нагрузках, представляемых рядами Фурье
9.3	Другая форма ряда Фурье
9.4	Экспоненциальная (комплексная) форма решения при воздействии в виде рядов Фурье. Передаточная функция

9.5	Частотный анализ систем
Лекция 10	Основы виброметрии
10.1	Теоретические основы устройства измерительных приборов
10.2	Конструкции измерительных приборов
10.3	Калибровка измерительной аппаратуры
10.4	Нагрузочные устройства
10.5	Проведение динамических испытаний
10.6	Регистрация показаний измерительных приборов
Лекция 11	Расчет линейных системы с большим количеством степеней свободы при динамических воздействиях
11.1	Формирование исходных уравнений
11.2	Использование метода конечных элементов для построения матриц жесткости, матриц инерционных коэффициентов, затухания
11.3	Анализ частот и форм собственных колебаний
11.4	Пример определения частот и форм собственных колебаний
11.5	Образование несвязанных уравнений колебаний и их решение
11.6	Нормирование векторов собственных форм колебаний
11.7	Пример решения задачи на основе разделения на несвязанные уравнения
Лекция 12	Случайные процессы и случайные воздействия
12.1	Фундаментальные соотношения теории вероятности
12.2	Случайные величины и распределения вероятностей
12.3	Характеристики случайной величины
12.4	Случайные функции и их характеристики
12.5	Стационарные случайные функции и случайные процессы
12.6	Распределение вероятности максимальных значений нормального стационарного случайного сигнала
Лекция 13	Основные положения расчета зданий и сооружений на ветровую нагрузку
13.1	Ветровые воздействия на сооружения
13.2	Случайные процессы и спектры пульсации компонент скорости ветра
13.3	Динамический расчет конструкций на ветровую нагрузку
13.4	Определение эквивалентной статической нагрузки при пульсации ветра
13.5	Расчет конструкций на ветровую нагрузку по СНиП с использованием ЭВМ
13.6	Полная динамическая реакция на действие ветра как сумма квазистатической и резонансной составляющих
Лекция 14	Основные направления в методике расчета сооружений и оборудования на сейсмостойкость
14.1	Основные характеристики землетрясений
14.2	Краткая история развития теории расчета
14.3	Представление сейсмического воздействия в виде случайного процесса
14.4	Влияние рассеяния энергии на колебания системы
Лекция 15	Расчетные модели и методы решения задач сейсмостойкости
15.1	Формирование исходных уравнений при сейсмическом воздействии
15.2	Расчетная модель сложной системы при использовании акселерограмм и спектров ускорений
15.3	Численные методы пошагового интегрирования системы дифференциальных уравнений
15.3.1	Уравнения колебаний в приращениях
15.3.2	Метод центральных разностей
15.3.3	Метод Рунге-Кутты
15.4	Частотный анализ при определении сейсмической реакции