

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Строительство, строительные материалы и конструкции»

Утверждено на заседании кафедры
«Строительство, строительные материалы и
конструкции»
«18» января 2023 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой



А.А. Трещев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Динамика и устойчивость сооружений»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
08.03.01 Строительство

с направленностью (профилем)
Промышленное и гражданское строительство

Формы обучения: очная, очно-заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080301-05-23

Тула 2023 год

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик:

Сергеева С.Б., доцент, к.т.н.
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов представления о роли неоднозначности деформированного состояния равновесия и влиянии сил инерции при определении количественных характеристик напряжённо-деформированного состояния сооружения.

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются:

- освоение методов создания математической модели неоднозначности формы деформированного состояния равновесия;
- приобретения умения в применении динамических моделей расчётных схем различной степени точности;
- получение опыта применения матричных форм решения задач устойчивости и динамики.

2 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП ВО.

Дисциплина изучается в седьмом семестре.

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристики основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- 1) Структуру параметров, определяющих расчётную схему сооружения при исследовании устойчивости и колебаний а (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.3);
- 2) Природу гипотез, лежащих в основе модели линейно упругого тела при учёте сил инерции и неоднозначности деформированного состояния равновесия (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.3);
- 3) Принципы дискретизации расчётной схемы, лежащие в основе получения численных результатов с помощью ПЭВМ (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.3).

Уметь:

- 1) Определять динамические характеристики заданной расчётной схемы (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.1);
- 2) Задавать основные параметры расчётной схемы сооружения (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.1);
- 3) Определять характеристики критическую нагрузку и минимальную частоту собственных колебаний заданной расчётной схемы классическими методами строительной механики (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.1);
- 4) Определять рациональный метод получения характеристик напряжённо-деформированного состояния заданной расчётной схемы при расчётах на устойчивость и колебания, проводить дискретизацию расчётной схемы для использования ПЭВМ для определения критической нагрузки заданной расчётной схемы и спектра частот её собственных колебаний(код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.1).

Владеть:

1) Навыками определения динамических степеней свободы в заданной расчётной схеме (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.2);

2) Навыками применения метода перемещений для исследования устойчивости плоских стержневых расчётных схем при узловой нагрузке (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.2);

3) Навыками применения методов учёта сил инерции в различных моделях расчётных схем при исследовании свободных и вынужденных колебаний(код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.2).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристики основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
7	Э	3	108	14	28	-	-	2	0,25	63,75
Итого	Э	3	108	14	28	-	-	2	0,25	63,75
Очно-заочная форма обучения										
7	Э	3	108	19	19	-	-	2	0,25	67,75
Итого	Э	3	108	19	19	-	-	2	0,25	67,75

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
7 семестр	
1	Исследование устойчивости плоских расчётных схем. Методы исследования устойчивости стержневых систем. Понятие о неоднозначности формы равновесия сооружения. Статический метод. Энергетический метод. Динамический метод.
2	Оценка устойчивости методом эквивалентного стержня. Потеря устойчивости по Эйлеру. Обобщённая формула Эйлера для критической силы сжатия стержня. Оценка критической силы сжатия стержня при упругом опирании.

№ п/п	Темы лекционных занятий
3	Исследование устойчивости методом перемещений. Уравнение продольного изгиба сжатого стержня. Решение уравнения продольного изгиба в форме метода начальных параметров. Определение критической узловой нагрузки в рамках методом перемещений. Табличные эпюры метода перемещений для сжато-изогнутого стержня.
4	Учёт влияния поперечных сил на значение критической нагрузки. Устойчивость стержней сплошного сечения. Устойчивость стержней сквозного сечения. Устойчивость стержней переменного сечения. Решение задачи устойчивости на ЭВМ.
5	Исследование колебаний плоских расчётных схем. Методы исследования движения расчётных схем. Понятие о динамической модели сооружения. Кинетостатический метод. Энергетический метод.
6	Динамические модели расчётных схем с сосредоточенными и распределёнными массами. Модель сооружения с конечным числом динамических степеней свободы. Способы моделирования массы сооружения конечным числом динамических степеней свободы. Модель сооружения с бесконечным числом динамических степеней свободы.
7	Свободные колебания расчётных схем с сосредоточенными массами. Уравнения колебаний системы с конечным числом динамических степеней свободы. Определитель частот свободных колебаний. Формы собственных колебаний.
8	Вынужденные колебания расчётных схем с сосредоточенными массами. Понятие о неустановившихся вынужденных колебаниях. Решение задачи об установившихся вынужденных колебаниях. Понятие о коэффициенте динамического усиления действия нагрузки.
9	Учёт влияния сопротивления на характеристики колебательного процесса. Характеристики сопротивления строительных материалов и конструкций. Амплитудно-частотная характеристика колебаний при наличии сопротивления.

Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
7 семестр	
1	Исследование устойчивости плоских расчётных схем. Методы исследования устойчивости стержневых систем. Понятие о неоднозначности формы равновесия сооружения. Статический метод. Энергетический метод. Динамический метод.
2	Оценка устойчивости методом эквивалентного стержня. Потеря устойчивости по Эйлеру. Обобщённая формула Эйлера для критической силы сжатия стержня. Оценка критической силы сжатия стержня при упругом опирании.
3	Исследование устойчивости методом перемещений. Уравнение продольного изгиба сжатого стержня. Решение уравнения продольного изгиба в форме метода начальных параметров. Определение критической узловой нагрузки в рамках методом перемещений. Табличные эпюры метода перемещений для сжато-изогнутого стержня.
4	Учёт влияния поперечных сил на значение критической нагрузки. Устойчивость стержней сплошного сечения. Устойчивость стержней сквозного сечения. Устойчивость стержней переменного сечения. Решение задачи устойчивости на ЭВМ.
5	Исследование колебаний плоских расчётных схем. Методы исследования движения расчётных схем. Понятие о динамической модели сооружения. Кинетостатический метод. Энергетический метод.

№ п/п	Темы лекционных занятий
6	Динамические модели расчётных схем с сосредоточенными и распределёнными массами. Модель сооружения с конечным числом динамических степеней свободы. Способы моделирования массы сооружения конечным числом динамических степеней свободы. Модель сооружения с бесконечным числом динамических степеней свободы.
7	Свободные колебания расчётных схем с сосредоточенными массами. Уравнения колебаний системы с конечным числом динамических степеней свободы. Определитель частот свободных колебаний. Формы собственных колебаний.
8	Вынужденные колебания расчётных схем с сосредоточенными массами. Понятие о неустановившихся вынужденных колебаниях. Решение задачи об установившихся вынужденных колебаниях. Понятие о коэффициенте динамического усиления действия нагрузки.
9	Учёт влияния сопротивления на характеристики колебательного процесса. Характеристики сопротивления строительных материалов и конструкций. Амплитудно-частотная характеристика колебаний при наличии сопротивления.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
7 семестр	
1	Оценка значения критической нагрузки при узловом нагружении методом эквивалентного стержня.
2	Анализ случаев закрепления участков, сжатых узловыми силами. Построение интервала, содержащего параметр критического значения нагрузки для каждого сжатого участка.
3	Пример применения метода перемещений при узловой нагрузке рамы.
4	Формирование динамической расчетной схемы с конечным числом динамических степеней свободы.
5	Решение тестовых заданий по тематике способов формирования моделей с конечным числом динамических степеней свободы.
6	Пример решения задачи о свободных колебаниях расчетной схемы с несколькими динамическими степенями свободы. Построение форм собственных колебаний для низших частот.
7	Решение задачи о вынужденных колебаниях расчетной схемы с конечным числом динамических степеней свободы без учета сопротивления.
8	Пример решения задачи о вынужденных колебаниях балок с распределенной массой без учёта сопротивления.
2	Анализ случаев закрепления участков, сжатых узловыми силами. Построение интервала, содержащего параметр критического значения нагрузки для каждого сжатого участка.

Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
7 семестр	

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
1	Оценка значения критической нагрузки при узловом нагружении методом эквивалентного стержня.
2	Анализ случаев закрепления участков, сжатых узловыми силами. Построение интервала, содержащего параметр критического значения нагрузки для каждого сжатого участка.
3	Пример применения метода перемещений при узловой нагрузке рамы.
4	Формирование динамической расчетной схемы с конечным числом динамических степеней свободы.
5	Решение тестовых заданий по тематике способов формирования моделей с конечным числом динамических степеней свободы.
6	Пример решения задачи о свободных колебаниях расчетной схемы с несколькими динамическими степенями свободы. Построение форм собственных колебаний для низших частот.
7	Решение задачи о вынужденных колебаниях расчетной схемы с конечным числом динамических степеней свободы без учета сопротивления.
8	Пример решения задачи о вынужденных колебаниях балок с распределённой массой без учёта сопротивления.

4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
7 семестр	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2	Выполнение расчетно-графической работы
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
7 семестр	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2	Выполнение контрольно-курсовой работы
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов	
7 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	2
		Посещение практических (семинарских) занятий	5
		Выполнение и защита РГР № 1, задача № 1	10
		Тестирование	13
	Второй рубежный контроль	Итого	30
		Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	3
		Посещение практических (семинарских) занятий	5
		Выполнение и защита РГР № 1, задача № 2	10
Промежуточная аттестация	Тестирование	Тестирование	12
		Итого	30
	Экзамен		40 (100*)

*В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Очно-заочная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося		Максимальное количество баллов	
7 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Посещение лекционных занятий	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	6
		Посещение практических занятий	6
		Выполнение ККР № 1, задача № 1	12
		Выполнение ККР № 1, задача № 2	12
		Тестирование	24
	Тестирование	Итого	60
Промежуточная аттестация	Экзамен	40 (100*)	

*В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине

Система оценивания результатов обучения	Оценки
--	---------------

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовле-творительно	Удовлетво-рительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не засчитено		Засчитено	

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оснащённая видеопроектором, настенным экраном и компьютером.

Для проведения практических занятий требуется аудитория, оснащённая видеопроектором, настенным экраном и компьютером.

Для проведения текущего, обучающего и промежуточного тестирования требуется компьютерный класс.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1 Основная литература

1. Теличко, Григорий Николаевич. Основы строительной механики плоских стержневых систем :учебник для вузов и суворов / Г.Н. Теличко – 3-е изд., стер. – Тула: Изд-во ТулГУ. 2010 – 440 с.: ил. – Предм. Указ.: с.427-430. – Библиогр.: с. 431-432 – ISBN 978-5-7679-1533-0: 204,00. 82 экз.
2. Кривошапко, С. Н. Строительная механика: лекции, семинары, расчетно-графические работы : учебное пособие для вузов / С. Н. Кривошапко.— М.: Высш. шк., 2008.— 392 с.: ил. — (Для высших учебных заведений:Строительство и архитектура).— Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-06-005754-6 (в пер.). 10 экз.
3. Бабанов, В.В. Строительная механика: учебник для вузов: в 2 т. / В.В.Бабанов – 2-е изд.,стор. – Москва: Академия, 2012 – (Высшее профессиональное образование. Строительство) (Бакалавриат) – Т. 1 – 2012 – 304 с.: ил. - ISBN 978-5-7695-9298-0 (т. 1) . 5 экз.

7.2 Дополнительная литература

1. Н.Н. Анохин. Строительная механика в примерах и задачах. Часть 3. Динамика сооружений. Учебное пособие. – М.:, 2016. – С ИЛ. – Библиогр. В конце кн. – ISBN 978-5-4323-0174-1
2. И.А. Константинов, В.В. Лалин, И.И. Лалина. Строительная механика. – М.: Проспект, 2011. – 432 с.: ил. – Библиогр. В конце кн. – ISBN 978-5-392-01474-3
3. А.В. Александров, В.Д. Потапов, В.Б. Зылев. Строительная механика. В 2 книгах. Книга 2. Динамика и устойчивость упругих систем. – М.: Высшая школа, 2008. – 384 с.: ил. – ISBN: 978-5-06-005356-2.

4. В.И. Коробко, А.В. Коробко. Строительная механика. Динамика и устойчивость стержневых систем. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 400 с.
 - Библиогр. В конце кн. – ISBN 978-5-93093-546-2.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.scadgroup.com/news.shtml> Официальный сайт группы компаний "СКАД Софт"
2. <http://djvu-inf.narod.ru/tslib.htm> DjVu БИБЛИОТЕКИ - Строительство и инженерные системы
3. <https://www.iprbookshop.ru/93866.html> - Электронно-библиотечная система IPR BOOKS
4. <https://www.iprbookshop.ru/39644.html> - Электронно-библиотечная система IPR BOOKS

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Пакет прикладных программ «Динамика и устойчивость сооружений», разработанный на кафедре ССМиК;
2. Программа для проведения тестирования MyTest, распространяемая свободно;
3. Программа для чтения файлов формата PDFAdobeReader, распространяемая свободно.
4. Пакет офисных приложений «МойОфис»

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Компьютерная справочная правовая система Консультант Плюс.