

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Вятский государственный университет»
(ВятГУ)
г. Киров

Утверждаю
Директор/Декан Синицына О. В.



Номер регистрации
РПД_3-08.04.01.01_2020_114949
Актуализировано: 14.04.2021

Рабочая программа дисциплины
Нелинейные методы строительной механики, динамика и устойчивость
зданий и сооружений

	наименование дисциплины
Квалификация выпускника	Магистр
Направление подготовки	08.04.01 шифр
	Строительство наименование
Направленность (профиль)	3-08.04.01.01 шифр
	Расчет и конструирование зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения наименование
Формы обучения	Очная наименование
Кафедра-разработчик	Кафедра механики и инженерной графики (ОРУ) наименование
Выпускающая кафедра	Кафедра строительных конструкций и машин (ОРУ) наименование

Сведения о разработчиках рабочей программы дисциплины

Шишкин Виктор Михайлович

ФИО

Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины	<p>Целями изучения дисциплины "Нелинейные методы строительной механики, динамика и устойчивость зданий и сооружений" являются:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. приобретение знаний в области расчета строительных конструкций с учетом различного вида нелинейностей (физической, геометрической, конструкционной); 2. овладение принципами и метода расчета строительных конструкций на воздействие различных динамических нагрузок, приводящих к появлению в конструкции колебательных режимов деформирования; 3. изучение методов расчета строительных конструкций и сооружений на устойчивость при наличии в них сжимающих сил и напряжений.
Задачи дисциплины	<p>Задачами дисциплины "Нелинейные методы строительной механики, динамика и устойчивость зданий и сооружений" являются:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. расчет строительных конструкций с учетом различного вида нелинейностей (физической, геометрической, конструкционной); 2. определение форм и частот свободных колебаний строительных конструкции (проведение модального анализа), проверка на резонанс, проверка динамической прочности, проверка динамической жесткости; 3. определение критической нагрузки, приводящей к потере устойчивости конструкции при действии сжимающих сил.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция ПК-1

Способен к организации работ в сфере инженерно-технического проектирования в строительной отрасли		
Знает	Умеет	Владеет
Методы организации работ в сфере инженерно-технического проектирования в строительной отрасли	Организовать работу в сфере инженерно-технического проектирования в строительной отрасли	Методами организации работ в сфере инженерно-технического проектирования в строительной отрасли

Компетенция ПК-2

Способен к планированию инженерно-технического проектирования в строительной отрасли		
Знает	Умеет	Владеет
методы проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов с	осуществлять методы расчетного обоснования принятых решений с учетом нелинейности	специализированными программно-вычислительными комплексами и системами

учетом нелинейности		автоматизированного проектирования
---------------------	--	------------------------------------

Структура дисциплины
Тематический план

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Шифр формируемых компетенций
1	Виды нелинейностей и их учет при расчете строительных конструкций и сооружений	ПК-1, ПК-2
2	Расчет строительных конструкций при динамическом воздействии	ПК-1, ПК-2
3	Расчет строительных конструкций на устойчивость	ПК-1, ПК-2
4	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	ПК-1, ПК-2

Формы промежуточной аттестации

Зачет	1 семестр (Очная форма обучения)
Экзамен	2 семестр (Очная форма обучения)
Курсовая работа	Не предусмотрена (Очная форма обучения)
Курсовой проект	Не предусмотрена (Очная форма обучения)

Трудоемкость дисциплины

Форма обучения	Курсы	Семестры	Общий объем (трудоемкость)		Контактная работа, час	в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час				Самостоятельная работа, час	Курсовая работа (проект), семестр	Зачет, семестр	Экзамен, семестр
			Часов	ЗЕТ		Всего	Лекции	Семинарские, практические занятия	Лабораторные занятия				
Очная форма обучения	1	1, 2	252	7	153	96	32	32	32	99		1	2

Содержание дисциплины

Очная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
Раздел 1 «Виды нелинейностей и их учет при расчете строительных конструкций и сооружений »		70.00
Лекции		
Л1.1	Линейные и нелинейные задачи строительной механики. Упруго-пластическая задача. Основы деформационной теории пластичности	2.00
Л1.2	Решение упруго-пластической задачи методом конечных элементов	2.00
Л1.3	Особенности расчета балок за пределом упругости. Секущая жесткость на изгиб	2.00
Л1.4	Основы расчета стержневых систем по деформированной расчетной схеме	2.00
Семинары, практические занятия		
П1.1	Упруго-пластический расчет балки методом конечных элементов	4.00
П1.2	Аналитическое решение задачи о продольно-поперечном изгибе балки	4.00
П1.3	Матрица геометрической жесткости балочного конечного элемента. Конечно-элементное решение задачи о продольно-поперечном изгибе балки	4.00
Лабораторные занятия		
Р1.1	Определение упруго-пластического состояния прямолинейного стержня при осевой нагрузке	4.00
Р1.2	Определение упруго-пластического состояния неразрезной многопролетной балки	4.00
Р1.3	Расчет продольно-поперечного изгиба многопролетной неразрезной балки	4.00
Самостоятельная работа		
С1.1	Линейные и нелинейные задачи строительной механики	3.00
С1.2	Упруго-пластическая задача. Основы деформационной теории пластичности	4.00
С1.3	Итерационный алгоритм решения упруго-пластической задачи	4.00
С1.4	Матрица жесткости балочного конечного элемента в упруго-пластическом состоянии.	4.00
С1.5	Расчет конструкций по деформированному состоянию	4.00
С1.6	Продольно-поперечный изгиб балки.	4.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР1.1	Контактная аудиторная работа	15.00
Раздел 2 «Расчет строительных конструкций при динамическом		115.00

воздействии»		
Лекции		
Л2.1	Предмет и задачи динамики сооружений. Свободные колебания систем с одной степенью свободы.	2.00
Л2.2	Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Амплитудно-частотная и фазово-частотная характеристики системы.	2.00
Л2.3	Свободные колебания систем с несколькими степенями свободы. Собственные формы и частоты.	2.00
Л2.4	Свойство ортогональности различных собственных форм по отношению к матрице масс и матрице жесткости конструкции.	2.00
Л2.5	Дифференциальные уравнения движения системы в главных координатах. Главная матрица жесткости и главная матрица масс системы.	2.00
Л2.6	Вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы при действии гармонической нагрузки	2.00
Л2.7	Колебания систем с распределенными параметрами. Методы дискретизации континуальных систем.	2.00
Л2.8	Колебания систем при произвольном динамическом воздействии. Шаговый метод Кранка-Николсона-Галеркина.	2.00
Л2.9	Учет внутреннего трения в материале при колебаниях конструкций.	2.00
Семинары, практические занятия		
П2.1	Определение динамической реакции балки с вибратором по модели системы с одной степенью свободы	4.00
П2.2	Формирование матрицы жесткости и матрицы масс балочного конечного элемента.	4.00
П2.3	Пример конечно-элементного расчета балки при действии вибрационной нагрузки.	4.00
П2.4	Определение форм и частот свободных колебаний двухэтажной рамы.	4.00
П2.5	Исследование вынужденных колебаний двухэтажной рамы при гармонической нагрузке.	4.00
Лабораторные занятия		
Р2.1	Исследование свободных и вынужденных колебаний системы с одной степенью свободы.	4.00
Р2.2	Исследование свободных и вынужденных колебаний системы с двумя степенями свободы.	4.00
Р2.3	Определение динамической реакции и демпфирующих свойств плоской фермы с внутренним трением при резонансных колебаниях по трем низшим собственным формам..	4.00
Самостоятельная работа		
С2.1	Вынужденные колебания системы с одной степенью	4.00

	свободы с учетом линейного со-противления. Резонанс.	
C2.2	Динамический коэффициент.	4.00
C2.3	Начальные условия в главных координатах.	4.00
C2.4	Обобщенная проблема собственных значений при модальном анализе конструкций.	4.00
C2.5	Метод сложения собственных форм.	4.00
C2.6	Диаграмма напряжение-деформация при циклическом деформировании материала.	4.00
C2.7	Характеристики демпфирования материала.	4.00
C2.8	Модель Кельвина-Фойгта при динамическом деформировании материала.	4.00
C2.9	Итерационный алгоритм учета амплитудной зависимости демпфирующих свойств материала при резонансных колебаниях конструкций.	4.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	10.00
КВР2.2	Контактная внеаудиторная работа	19.00
Раздел 3 «Расчет строительных конструкций на устойчивость»		36.00
Лекции		
ЛЗ.1	Неоднозначность форм равновесия упругих систем. Точка бифуркации. Критическая сила.	2.00
ЛЗ.2	Расчет на устойчивость сжатых прямолинейных стержней.	2.00
ЛЗ.3	Расчет на устойчивость плоских рам методом перемещений.	2.00
Лабораторные занятия		
РЗ.1	Расчет на устойчивость плоской рамы	8.00
Самостоятельная работа		
СЗ.1	Устойчивость положения равновесия и устойчивость начальной формы равновесия упругой системы.	4.00
СЗ.2	Линеаризованное уравнение равновесия. Критическая сила.	4.00
СЗ.3	Матричное уравнение равновесия сжато-изогнутого балочного конечного элемента.	4.00
Контактная внеаудиторная работа		
КВР3.1	Контактная внеаудиторная работа	10.00
Раздел 4 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»		31.00
34.1	Подготовка к сдаче зачета	3.50
Э4.1	Подготовка к сдаче экзамена	24.50
КВР4.1	Сдача зачета	0.50
КВР4.3	Консультация перед экзаменом	2.00
КВР4.2	Сдача экзамена	0.50
ИТОГО		252.00

Содержание дисциплины данной рабочей программы используется при обучении по индивидуальному учебному плану, при ускоренном обучении, при применении дистанционных образовательных технологий и электронном обучении (при наличии).

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции, семинарские, практические и лабораторные занятия (при их наличии), получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Тематика лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендованным программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью семинарских занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе.

Целью практических и лабораторных занятий является формирование у обучающихся умений и навыков применения теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса.

Семинарские, практические и лабораторные занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Для успешного участия в семинарских, практических и лабораторных занятиях обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение

задач, подготовка докладов, написание рефератов, публикация тезисов, научных статей, подготовка и защита курсовой работы / проекта и другие), которые ориентированы на глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины.

Обучающимся рекомендуется систематически отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки.

Внутренняя система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль уровня подготовленности обучающихся, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, направленную на оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ) при наличии).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущего контроля, проводимого в течение освоения дисциплины.

Процедура оценивания результатов освоения дисциплины осуществляется на основе действующих локальных нормативных актов ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», с которыми обучающиеся знакомятся на официальном сайте университета www.vyatsu.ru.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, в том числе учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося по дисциплине

Учебная литература (основная)

1) Петров, В. В. Нелинейная инкрементальная строительная механика / В.В. Петров. - Москва : Инфра-Инженерия, 2014. - 480 с. - ISBN 978-5-9729-0076-3 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234783/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

2) Нелинейная строительная механика стержневых систем: Основы теории. Примеры расчета : учебное пособие / В.А. Игнатьев, А.В. Игнатьев, В.В. Галишникова, Е.В. Онищенко. - Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. - 98 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 987-5-98276-724-0 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=434821/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

3) Шишкин, В. М. Строительная механика. Основы теории с примерами расчетов : учеб. пособие: дисциплина "Строительная механика": специальности 270102, 270105 / В. М. Шишкин ; ВятГУ, ФСА, кафедра ТиСМ. - Киров : ВятГУ, 2010. - 91 с. - Библиогр.: с. 92. - 18.00 р. - URL: <https://lib.vyatsu.ru>. - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

4) Шакирзянов, Р. А. Динамика и устойчивость сооружений / Р. А. Шакирзянов, Ф. Р. Шакирзянов. - Казань : КГАСУ, 2013. - 119 с. - ISBN 978-5-7829-0382-4 : Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/157498> (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань. - Текст : электронный.

Учебно-методические издания

1) Колебания механических систем с конечным числом степеней свободы : Метод. указания к изучению курса "Динамика и устойчивость сооружений". Специальность 2903, курс 3 / ВятГТУ, ИСФ, каф. ТиСМ ; сост. А. В. Алешкин. - Киров : ВятГУ, 1999. - 20 с. - 100 экз. - 12.00 р. - Текст : непосредственный.

2) Исследование устойчивости прямых сжатых стержней : Метод. указания к изучению курса с заданиями для расчетных работ. Курс "Устойчивость и динамика сооружений". Специальность 2903 / ВятГТУ, ИСФ, каф. ТиСМ ; сост. П. Д. Левашов, Ю. Я. Тюкалов. - Киров : ВятГУ, 1998. - 24 с. - 6.00 р. - Текст : непосредственный.

3) Динамический расчет рамы методом конечных элементов : Метод. указания к изучению курса "Динамика и устойчивость сооружений". Специальность 2903, курс 3 / Вятский государственный технический университет, Инженерно-строительный факультет, кафедра Теоретической и строительной механики ; ВятГТУ, ИСФ, каф. ТиСМ; Сост. П. Д. Леванов, П. Д. Левашов, В. М. Шишкин, А. В.

Алешкин. - Киров : ВятГУ, 1999. - 26 с. - 100 экз. - 14.00 р. - Текст : непосредственный.

Электронные образовательные ресурсы

- 1) Портал дистанционного обучения ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://mooc.do-kirov.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program_ID=3-08.04.01.01
- 3) Личный кабинет студента на официальном сайте ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://new.vyatsu.ru/account/>
- 4) Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы (ЭБС)

- ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY» (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
- ЭБС «Издательства Лань» (<http://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru)
- Внутренняя электронно-библиотечная система ВятГУ (<http://lib.vyatsu.ru/>)
- ЭБС «ЮРАЙТ» (<https://urait.ru>)

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ГАРАНТ
- КонсультантПлюс
- Техэксперт: Нормы, правила, стандарты
- Роспатент (<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema>)
- Web of Science® (<http://webofscience.com>)

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Демонстрационное оборудование

Перечень используемого оборудования
МУЛЬТИМЕДИА ПРОЕКТОР CASIO XJ-A141V С ЭКРАНОМ НАСТЕННЫМ 180*180СМ, ШТАТИВОМ PROFFIX 63-100СМ И КАБЕЛЕМ VGA 15.2М

Специализированное оборудование

Перечень используемого оборудования
МОНОБЛОК ICL SafeRay 21,5" (БЕЛЫЙ)
НОУТБУК HP 4530s Intel Core i3-2350M/15.6 HD AG LED SVA

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе лицензионное и свободно распространяемое ПО (включая ПО отечественного производства)

№ п.п	Наименование ПО	Краткая характеристика назначения ПО
1	Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO
2	Microsoft Office 365 ProPlusEdu ALNG SubsVL MVL AddOn toOPP	Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами
3	Office Professional Plus 2016	Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями
4	Windows Professional	Операционная система
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	Антивирусное программное обеспечение
6	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
7	Электронный периодический справочник ГАРАНТ Аналитик	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
8	Security Essentials (Защитник Windows)	Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов.
9	МойОфис Стандартный	Набор приложений для работы с документами, почтой, календарями и контактами на компьютерах и веб браузерах

Обновленный список программного обеспечения данной рабочей программы находится по адресу:
https://www.vyatsu.ru/php/list_it/index.php?op_id=114949