

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.02 Динамика и устойчивость зданий и сооружений

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Направленность (профиль)

08.05.01 специализация N 1 "Строительство высотных и  
большепролетных зданий и сооружений"

Форма обучения

очная

Год набора

2022

Красноярск 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

канд. тех. наук, доцент, Палагушкин В.И.; канд. тех. наук, доцент,

Марчук Н.И.

должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины «Динамика и устойчивость зданий и сооружений» является подготовка специалистов, уровень знаний которых соответствует требованиям квалификации дипломированного специалиста по направлению 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Учебная программа курса «Динамика и устойчивость зданий и сооружений» рассчитана на два семестра.

В результате изучения курса обучающиеся получают компетенции, которые будут применять в процессе расчета различных сооружений и конструкций.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Дисциплина ориентирована на формирование у студентов следующих компетенций (способности применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области; использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования; выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат; владеть теорией надежности строительных конструкции и основными вероятностными методами строительной механики, необходимыми для проектирования и расчета высотных и большепролетных зданий и сооружений).

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1: Способен осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений высотных и большепролетных зданий и сооружений</b>	
ПК-1.1: Проверяет технические данные принятых проектных решений проектной документации для объектов капитального строительства, относящихся к категории уникальных	методы расчета на динамические воздействия и устойчивость строительных конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений применять методы расчета на динамические воздействия и устойчивость строительных конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений методами расчета на динамические воздействия и устойчивость строительных конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений

ПК-1.2: Выполняет проверочные расчеты металлических конструкций	методы и способы решения задач динамики и устойчивости конструкций, в том числе с использованием вычислительного программного
	<p>комплекса SCAD, для обоснования проектных решений строительных конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений</p> <p>выполнять моделирование и решения задач динамики и устойчивости конструкций, в том числе с использованием вычислительного программного комплекса SCAD, для обоснования проектных решений строительных конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений</p> <p>навыками решения задач динамики и устойчивости конструкций, в том числе с использованием вычислительного программного комплекса SCAD, для обоснования проектных решений строительных конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений</p>

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Сем естр	
		1	2
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>3,5 (126)</b>		
занятия лекционного типа	1 (36)		
практические занятия	2,5 (90)		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>4,5 (162)</b>		
курсовое проектирование (КП)	Да		
курсовая работа (КР)	Да		
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Устойчивость стержневых систем</b>									

<p>1. Основные понятия. Методы решения задач устойчивости сооружений. Понятие об устойчивости сооружений. Потеря устойчивости 1-го и 2-го рода. Определение критических нагрузок. Идеализация реальной конструкции и ее расчетная схема при решении задач устойчивости. Результаты решения задач устойчивости, их дальнейшее использование при проектировании конструкций. Методы решения задач устойчивости: статический, энергетический, динамический. Критерии устойчивости.</p> <p>Устойчивость прямых сжатых стержней. Постановка задачи об устойчивости сжатых однопролетных стержней постоянного сечения. Метод Эйлера для определения критических сил. Общее уравнение упругой линии при продольном изгибе стержня. Определение критических сил для стержней с различными граничными условиями методом начальных параметров. Расчетная схема стержня. Определение реакций стержня в единичном состоянии при помощи уравнений метода начальных параметров.</p>	2							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>2. Основные понятия. Методы решения задач устойчивости сооружений. Понятие об устойчивости сооружений. Потеря устойчивости 1-го и 2-го рода. Определение критических нагрузок. Идеализация реальной конструкции и ее расчетная схема при решении задач устойчивости. Результаты решения задач устойчивости, их дальнейшее использование при проектировании конструкций. Методы решения задач устойчивости: статический, энергетический, динамический. Критерии устойчивости.</p> <p>Устойчивость прямых сжатых стержней. Постановка задачи об устойчивости сжатых однопролетных стержней постоянного сечения. Метод Эйлера для определения критических сил. Общее уравнение упругой линии при продольном изгибе стержня. Определение критических сил для стержней с различными граничными условиями методом начальных параметров. Расчетная схема стержня. Определение реакций стержня в единичном состоянии при помощи уравнений метода начальных параметров.</p>	2							
<p>3. Устойчивость плоских рам. Расчет плоских рам на устойчивость методом перемещений. Постановка задачи, основные гипотезы и допущения. Выбор расчетной схемы. Формирование системы уравнений метода перемещений. Уравнение устойчивости его физический смысл и методы решения.</p> <p>Основные понятия о расчете рам по деформированной схеме. Постановка задачи и последовательность решения. Пример деформационного расчета рамы.</p>	2							



<p>4. Устойчивость плоских рам. Расчет плоских рам на устойчивость методом перемещений. Постановка задачи, основные гипотезы и допущения. Выбор расчетной схемы. Формирование системы уравнений метода перемещений. Уравнение устойчивости его физический смысл и методы решения.</p> <p>Основные понятия о расчете рам по деформированной схеме. Постановка задачи и последовательность решения. Пример деформационного расчета рамы.</p>	2							
<p>5. Устойчивость плоских рам. Расчет плоских рам на устойчивость методом перемещений. Постановка задачи, основные гипотезы и допущения. Выбор расчетной схемы. Формирование системы уравнений метода перемещений. Уравнение устойчивости его физический смысл и методы решения.</p> <p>Основные понятия о расчете рам по деформированной схеме. Постановка задачи и последовательность решения. Пример деформационного расчета рамы.</p>	2							
<p>6. Устойчивость сооружений. Определение критических нагрузок для стержней постоянного сечения с различными граничными условиями методом начальных параметров.</p>			2					
<p>7. Расчет плоских рам на устойчивость 1-ого рода методом перемещений. Определения параметра критической нагрузки и построение форм потери устойчивости. Выдача расчетно-графического задания №1.</p>			2					

8. Расчет плоских рам на устойчивость 1-ого рода методом перемещений. Определения параметра критической нагрузки и построение форм потери устойчивости. Выдача расчетно-графического задания №1.			2					
9. Примеры расчета симметричных рам на устойчивость методом перемещений.			2					
10. Расчет рам по деформированной схеме (расчет на устойчивость 2 рода).			2					
11.							45	
<b>2. Динамика стержневых систем</b>								
1. Цели и задачи динамики сооружений. Методы, используемые при решении динамических задач. Виды динамически нагрузок, их классификация и основные характеристики. Определение числа степеней свободы при решении задач динамики сооружений. Идеализация реальной конструкции и сведение ее к расчетной динамической модели. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при действии вибрационных нагрузок. Резонанс. Коэффициент динамичности, его график. Использование коэффициента динамичности при практических расчетах конструкций. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при действии динамических нагрузок: ударной, импульсной, произвольно заданной сосредоточенной возмущающей силы.		2						

<p>2. Колебания систем с несколькими степенями свободы. Свободные колебания систем с <math>n</math> степенями свободы. Метод сил и метод перемещений в задачах о колебаниях, особенности применения каждого метода. Вековое уравнение, его физический смысл. Главные координаты, разложение колебаний по главным формам, ортогональность собственных форм колебаний. Постановка задачи, вековое уравнение и его решение. Определение частот и построение форм свободных колебаний систем со многими степенями свободы. Учет симметрии при расчете рам на свободные колебания.</p> <p>Метод сил и метод перемещений в задачах о вынужденных колебаниях. Особенности, область применения каждого метода. Явление резонанса в системах с несколькими степенями свободы. Постановка задачи и разрешающие уравнения расчета вынужденных колебаний рам. Построение динамических эпюр внутренних усилий. Учет симметрии при расчете рам на гармоническую нагрузку.</p>	2							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

<p>3. Свободные колебания балок с равномерно распределенной массой. Дифференциальные уравнения свободных колебаний и его решение. Спектр частот. Определение частоты основного тона колебаний. Расчет статически неопределимых рам по методу перемещений с учетом равномерного распределения масс по длине элементов рамы. Основная система, канонические уравнения, их физический смысл при решении задачи свободных и вынужденных колебаний рам. Использование табличных решений для определения амплитуд динамических реакций.</p>	2							
<p>4. Основные положения о расчете сооружений на сейсмические воздействия. Особенности кинематического возбуждения колебаний. Характеристики сейсмических воздействий, расчетные схемы сооружений. Определение значений сейсмических сил.</p>	2							
<p>5. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Определение частоты, периода свободных колебаний, построения формы колебаний в балках, простых рамах.</p>			2					
<p>6. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Использование коэффициента динамичности в практических расчетах конструкций.</p>			2					
<p>7. Свободные колебания систем с <math>n</math> степенями свободы. Определение динамической степени свободы, составление векового уравнения, определение частот и построение форм свободных колебаний на примерах расчета балок и рам. Явление резонанса в системах с несколькими степенями свободы. Проверка на резонанс.</p>			2					

8. Свободные колебания систем с $n$ степенями свободы. Определение динамической степени свободы, составление векового уравнения, определение частот и построение форм свободных колебаний на примерах расчета балок и рам. Явление резонанса в системах с несколькими степенями свободы. Проверка на резонанс.			2					
9. Вынужденные колебания систем с $n$ степенями свободы при действии вибрационной нагрузки. Расчет рам на вынужденные колебания. Построение динамических эпюр $M, Q, N$ . Выдача расчетно-графического задания №2.			2					
10. Вынужденные колебания систем с $n$ степенями свободы при действии вибрационной нагрузки. Расчет рам на вынужденные колебания. Построение динамических эпюр $M, Q, N$ . Выдача расчетно-графического задания №2.			2					
11. Использование свойств симметрии при расчете рам на вынужденные колебания.			2					
12. Динамический расчет статически неопределимых рам методом сил. Построение эпюр динамических усилий.			2					
13. Динамический расчет статически неопределимых рам методом сил. Построение эпюр динамических усилий.			2					
14. Свободные колебания балок и рам с равномерно распределенной массой. Определение частоты основного тона колебаний.			2					

15. Свободные колебания балок и рам с равномерно распределенной массой. Определение частоты основного тона колебаний.			2					
16. Расчет рам на сейсмические воздействия.			2					
17. Расчет рам на сейсмические воздействия.			2					
18.							45	
<b>3. Динамический расчет конструкций и сооружений на нагрузки от машин и оборудования.</b>								
1. Краткие сведения о динамике конструкций и сооружений. Динамический расчет систем с 1-ой степенью свободы. Основные положения динамического расчета конструкций и сооружений на нагрузки от машин и оборудования. Расчет покрытий и перекрытий.	2							
2. Расчет многоэтажного здания, сооружения башенного типа, пластинчатых конструкций (типа рекламных щитов) на ветровую нагрузку.	2							
3. Расчет плоских стержневых конструкций, как систем с 1-ой степенью свободы (с использованием коэффициента динамичности)			2					
4. Расчет покрытий и перекрытий на нагрузки от машин и оборудования (динамическую вибрационную нагрузку).			2					
5. Расчет покрытий и перекрытий на нагрузки от машин и оборудования (динамическую вибрационную нагрузку).			2					
6. Расчет сооружения башенного типа на ветровую нагрузку.			2					

7. Расчет многоэтажного здания и пластинчатых конструкций (типа рекламных щитов) на ветровую нагрузку.			2					
8. Расчет многоэтажного здания и пластинчатых конструкций (типа рекламных щитов) на ветровую нагрузку.			2					
9.							12	
<b>4. Расчет на ударные и импульсные нагрузки (ручной счет и с использованием ЭВМ по ПК SCAD)</b>								
1. Расчет перекрытий, колонн и свай на ударную нагрузку. Расчет несущей способности здания при аварийной нагрузке.	2							
2. Расчет элементов здания при действии взрывной волны снаружи и внутри здания. Понятие о расчете здания при взрыве газа в помещении.	2							
3. Расчет плиты перекрытия при падении груза (на ударную нагрузку).			2					
4. Расчет плиты перекрытия при падении груза (на ударную нагрузку).			2					
5. Расчет прочности сваи при забивке.			2					
6. Расчет колонны здания при ударе автотранспорта.			2					
7. Расчет несущей способности здания при аварийной нагрузке.			2					
8.							12	
<b>5. Динамика прогрессирующего разрушения зданий и сооружений.</b>								
1. Аварийные воздействия на здания и сооружения. Методы расчета зданий на прогрессирующее разрушение.	2							

2. Расчет каркаса многоэтажного здания на прогрессирующее разрушение в линейной постановке (с использованием ПК SCAD).	2							
3. Расчет стены здания при действии взрывной волны.			2					
4. Расчет здания на действие взрывной волны внутри здания.			2					
5. Расчет здания на действие взрывной волны внутри здания.			2					
6. Расчет здания при взрыве газа в помещении.			2					
7. Расчет здания при взрыве газа в помещении.			2					
8.							12	
<b>6. Решение задач динамики методом прямого интегрирования. Расчет зданий и сооружений на сейсмические нагрузки.</b>								
1. Понятие о динамическом расчете конструкций методом прямого интегрирования. Расчет сооружений на сейсмическое воздействие с использованием ПК SCAD.	2							
2. Расчет каркаса многоэтажного здания на прогрессирующее разрушение.			2					
3. Расчет каркаса многоэтажного здания на прогрессирующее разрушение по ПК SCAD.			2					
4. Расчет каркаса многоэтажного здания на прогрессирующее разрушение.			2					
5. Расчет каркаса многоэтажного здания на прогрессирующее разрушение по ПК SCAD.			2					
6. Расчет плоской рамы на вынужденные колебания методом прямого интегрирования по ПК SCAD.			2					
7.							12	
<b>7. Устойчивость конструкций и сооружений.</b>								



1. Расчет устойчивости плоских рам, ферм и их элементов (ручной счет и с использованием ПК SCAD).	2							
2. Расчет местной и общей устойчивости элементов зданий и сооружений с использованием ПК SCAD.	2							
3. Расчет одноэтажного здания на сейсмические воздействия ПК SCAD.			2					
4. Расчет одноэтажного здания на сейсмические воздействия ПК SCAD.			2					
5. Расчет общей и местной устойчивости сквозной пространственной фермы с использованием ПК SCAD.			2					
6. Расчет общей и местной устойчивости сквозной пространственной фермы с использованием ПК SCAD.			2					
7. Расчет местной устойчивости несущих элементов многоэтажного сооружения и общей устойчивости сооружения с использованием ПК SCAD.			2					
8. Расчет местной устойчивости несущих элементов многоэтажного сооружения и общей устойчивости сооружения с использованием ПК SCAD.			2					
9.							24	
Всего	36		90				162	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Бабанов В. В. Строительная механика: Т. 1: учебник для студентов вузов по направлению "Строительство": в 2-х т.(Москва: Академия).
2. Бабанов В. В. Строительная механика: Т. 2: учебник для студентов вузов по направлению "Строительство": в 2-х т.(Москва: Академия).
3. Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика: учебник(СПб.: Лань).
4. Ананьин А.И., Баранов В.А., Барченков А.Г. Динамика сооружений: учеб. пособие для студентов строительных вузов(Воронеж: Изд-во ВГУ).
5. Глухов Л.В., Иванов С.Д., Лукашина Н.В., Преображенский И.Н. Динамика, прочность и надежность элементов инженерных сооружений: Учеб. пособие для студентов вузов направления "Строительство"(Москва: Изд-во АСВ).
6. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Савченков В.И., Деруга А.П., Марчук Н.И., Абовский Н.П. Современные аспекты активного обучения. Строительная механика. Теория упругости. Управление строительными конструкциями: учебное пособие(Красноярск: ИАС СФУ).
7. Масленников А.М. Основы динамики и устойчивости стержневых систем: учеб. пособие для студентов строит. специальностей(Москва: Изд-во АСВ).
8. Леонтьев Н.Н., Соболев Д.Н., Амосов А.А. Основы строительной механики стержневых систем: Учебник(Москва: Изд-во АСВ).
9. Дукарт А.В. Задачи теории ударных гасителей: монография(Москва: АСВ).
10. Безухов Н. И., Лужин О.В., Колкунов Н.В. Устойчивость и динамика сооружений в примерах и задачах: Учеб. пособие для студ. строительных специальностей вузов(Москва: Высшая школа).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. В соответствии с требованиями ФГОС 3+ при реализации различных видов учебной работы в процессе изучения дисциплины используются активные и интерактивные формы проведения занятий.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. [twirpx.com](http://twirpx.com)
2. <http://bik.sfu-kras.ru/>

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Аудитории с мультимедийным оборудованием, лаборатории для проведения практических занятий.

Программы SCAD, Лира, Cosmos, ANSYS, разработанные под операционной системой Windows или Unix.