

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по учебной работе

\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений  
Блока 1 «Дисциплины (модули)»  
**«Строительная механика»**

Направление подготовки бакалавров – 08.03.01 Строительство.  
Направленность (профиль) – Городское строительство и хозяйство  
Типы задач профессиональной деятельности: проектный;  
сервисно - эксплуатационный.

Форма обучения – очная.

Инженерно-строительный факультет  
Кафедра «Сопротивление материалов, теория упругости и пластичности»

Тверь 2019

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: доцент кафедры СМТУиП

А.П. Воронцов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СМТУиП  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой

А.П. Воронцов

Согласовано:

Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Целью** изучения дисциплины «Строительная механика» является получение знаний и навыков в области расчета и анализа работы конструкций и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость при различных внешних воздействиях.

**Задачами дисциплины** являются:

получение необходимых знаний для анализа работы и расчета сооружений;  
изучение основных методов строительной механики на примере расчета стержневых систем;

формирование навыков расчета стержневых систем на прочность, жесткость и устойчивость;

формирование современного научного мировоззрения о достижениях и проблемах прочности материалов и конструкций.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения дисциплин «Математика», «Физика», «Теоретическая механика» и «Сопrotивление материалов».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины помимо их самостоятельного значения необходимы в дальнейшем при изучении дисциплин «Основы проектирования строительных конструкций («Металлические конструкции», «Железобетонные конструкции»),» «Инженерные сооружения в транспортном строительстве» и других, ориентированных на проектировочные и конструкторские виды заданий.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

### 3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

**Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:**

**УК-1.** *Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.*

**Индикатор компетенции, закреплённый за дисциплиной в ОХОП:**

**ИУК-1.2.** *Выполнять поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи.*

**УК-2.** *Способен определять круг задач рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.*

**Индикатор компетенции, закреплённый за дисциплиной в ОХОП:**

**ИУК-2,2.** *Выбирает оптимальный способ решения задач, учитывая действующие правовые нормы и имеющиеся условия, ресурсы и ограничения.*

**ПК-5.** *Способен проводить расчётное обоснование и конструирование строительных конструкций сооружений (дорог и мостов).*

### **Индикатор компетенции, закреплённый за дисциплиной в ОХОП:**

**ИПК-5.3.** *Выполняет расчёты на прочность, жёсткость и устойчивость строительных конструкций сооружений (дорог, мостов).*

#### **Знать:**

3.1. Основные методы и практические приемы расчета сооружений и их элементов на различные внешние воздействия (силовое, температурное, кинематическое)

#### **Уметь:**

У3.1. Определять внутренние силовые факторы, напряжения и перемещения в стержневых системах

У3.2. Проводить расчеты элементов строительных конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость при внешних воздействиях

#### **Иметь опыт практической подготовки:**

ППЗ.1. Проводить расчеты статически определимых и неопределимых стержневых систем (балки, фермы и рамы) под действием внешних нагрузок.

### **3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций**

Проведение лекционных занятий, практических занятий, выполнение курсовой работы.

## **4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы**

### **ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Зачетные единицы</b>	<b>Академические часы</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	6	216
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		90
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		60
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		90+36 (экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрен
Курсовой проект		45
Расчетно-графические работы		20
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины		21
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		4
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36 (экз)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		125
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрен
Курсовой проект		45

Расчетно-графические работы		20
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Практические занятия (ПЗ)		60

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1 семестр						
1	Введение. Кинематический анализ сооружений	9	1	2	-	6
2	Статически определимые многопролетные балки	26	3	8	-	15
3	Статически определимые плоские фермы	24	3	6	-	15
4	Методы определения перемещений в статически определимых системах	17	3	4	-	10
5	Расчет статически неопределимых систем методом сил	32	5	10	-	17
	<i>Всего часов за 1 семестр</i>	<i>108</i>	<i>15</i>	<i>30</i>	<i>-</i>	<i>63</i>
2 семестр						
6	Расчет статически неопределимых систем методом перемещений	27	4	10	-	5+8(экз)
7	Устойчивость сооружений. Расчет на устойчивость прямых центрально сжатых стержней	15	3	4	-	4+4(экз)
8	Расчет рам на устойчивость методом перемещений	20	1	6	-	6+7(экз)
9	Динамика сооружений. Колебания систем с одной степенью свободы	14	3	2	-	3+6(экз)
10	Колебания систем с несколькими степенями свободы	20	2	6	-	6+6(экз)
11	Колебания систем с бесконечным числом	12	2	2	-	2+6(экз)

	степеней свободы					
	<i>Всего часов за 2 семестр</i>	<i>108</i>	<i>15</i>	<i>30</i>	<i>-</i>	<i>27+36(экз)</i>
	Всего на дисциплину	<b>216</b>	<b>30</b>	60	-	90+36(экз)

## 5.2. Содержание дисциплины

### **МОДУЛЬ 1 «Введение. Кинематический анализ сооружений»:**

Предмет курса строительной механики. Связь с другими учебными дисциплинами. Общие положения и основные принципы строительной механики. Классификация сооружений по видам расчетных схем. Кинематический анализ сооружений. Степень свободы плоской стержневой системы, формулы для ее определения. Виды кинематических связей и способы образования геометрически неизменяемых систем. Анализ геометрической неизменяемости (кинематический анализ). Мгновенно изменяемые системы. Статически определимые и статически неопределимые системы.

### **МОДУЛЬ 2 «Статически определимые многопролетные балки»:**

Статически определимые многопролетные балки. Поэтажная схема. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил при плоском прямом поперечном изгибе. Понятие о линиях влияния. Линии влияния в простых балках. Порядок и правила построения линий влияния опорных реакций и внутренних силовых факторов. Линии влияния в многопролетных балках. Загружение линий влияния. Определение невыгодного положения нагрузки.

### **МОДУЛЬ 3 «Статически определимые плоские фермы»:**

Плоские фермы. Основные элементы ферм. Классификация ферм. Кинематический анализ. Определение усилий в стержнях фермы при неподвижной нагрузке статическим способом. Анализ распределения усилий в стержнях фермы. Линии влияния опорных реакций и нормальных сил в фермах. Загружение линий влияния. Определение невыгодного положения нагрузки.

### **МОДУЛЬ 4 «Методы определения перемещений в статически определимых системах»:**

Понятие о перемещениях. Понятие о линейно-деформируемой системе. Действительная работа внешних сил. Теорема Клапейрона. Обобщенные силы и перемещения. Действительная работа внутренних сил. Потенциальная энергия деформации упругой системы. Возможные перемещения. Возможные работы внешних и внутренних сил. Теоремы о взаимности работ и перемещений. Принцип возможных перемещений. Метод Мора. Примеры определения перемещений в

статически определимых системах с помощью метода Мора. Способ (правило) Верещагина. Определение перемещений от температурного воздействия и смещения опор.

#### **МОДУЛЬ 5 «Расчет статически неопределимых систем методом сил»:**

Статически неопределимые стержневые системы. Основные свойства статически неопределимых систем. Лишние связи и лишние неизвестные. Степень статической неопределимости. Основная и эквивалентная системы. Сущность метода сил. Канонические уравнения метода сил. Определение коэффициентов и свободных членов уравнений и их проверки. Построение окончательных эпюр моментов, поперечных и нормальных сил и их проверки (деформационная и статическая). Использование симметрии при расчете рам. Группировка неизвестных. Особенности расчет статически неопределимых систем на действие температуры и при смещении опор. Определение перемещений в статически неопределимых системах.

#### **МОДУЛЬ 6 «Расчет статически неопределимых систем методом перемещений»:**

Степень кинематической неопределимости. Основная система. Неизвестные метода перемещений. Канонические уравнения метода перемещений при силовом воздействии. Построение единичных и грузовых эпюр в основной системе. Определение коэффициентов и свободных членов системы уравнений. Построение окончательных эпюр и их проверки. Использование симметрии при расчете рам методом перемещений. Расчет неразрезных балок методом перемещений. Особенности расчета статически неопределимых систем методом перемещений при кинематических (смещение опор) и температурных воздействиях. Комбинированный метод расчета симметричных рам. Смешанный метод.

#### **МОДУЛЬ 7 «Устойчивость сооружений».**

##### **Расчет на устойчивость прямых центрально сжатых стержней»:**

Понятие об устойчивости сооружений. Критическая нагрузка. Виды и типы потери устойчивости. Задачи и методы расчета на устойчивость. Статический и энергетический методы. Продольный изгиб и устойчивость прямых центрально сжатых стержней. Задача Эйлера. Формула Эйлера для критической нагрузки. Бифуркация форм равновесия. Дифференциальное уравнение изгиба центрально сжатого стержня и его общее решение. Устойчивость стержней с различным закреплением концов. Выражения изгибающих моментов и поперечных сил в концевых сечениях стержней при смещениях опор. Энергетический метод определения критической нагрузки.

##### **МОДУЛЬ 8 «Расчет рам на устойчивость методом перемещений»:**

Основные допущения и порядок расчета рам на устойчивость методом перемещений. Построение единичных эпюр изгибающих моментов с учетом действия сжимающих сил. Трансцендентное уравнение потери устойчивости.

Определение критических нагрузок и расчетных длин сжатых стержней рам. Примеры расчета рам на устойчивость.

### **МОДУЛЬ 9 «Динамика сооружений. Колебания систем с одной степенью свободы»:**

Понятие динамического нагружения. Виды динамических нагрузок. Предмет и задачи динамики сооружений. Статический и энергетический способы решения динамических задач. Степень свободы и расчетная схема колебательной системы. Виды и характеристики колебаний. Динамические характеристики строительных материалов. Усталостное разрушение.

Колебания систем с одной степенью свободы. Вывод уравнения движения. Свободные колебания без учета сил сопротивления. Дифференциальное уравнение свободных колебаний. График колебаний в зависимости от времени. Круговая частота свободных колебаний. Период и частота колебаний. Свободные колебания с учетом сил сопротивления. Вынужденные колебания без учета сил сопротивления. Действие импульса, системы импульсов, произвольной нагрузки, вибрационной нагрузки. Динамический коэффициент. Резонанс. Определение динамических усилий, напряжений, перемещений. Влияние сопротивления на вынужденные колебания.

### **МОДУЛЬ 10 «Колебания систем с несколькими степенями свободы»:**

Собственные колебания систем с несколькими степенями свободы без учета сопротивления. Определение частот собственных колебаний. Формы колебаний, их ортогональность. Вынужденные колебания без учета демпфирования. Решение на основе метода сил. Определение амплитудных значений сил инерции от действия вибрационной нагрузки. Построение динамических эпюр изгибающих моментов, поперечных и нормальных сил и их проверка.

### **МОДУЛЬ 11 «Колебания систем с бесконечным числом степеней свободы»**

Дифференциальное уравнение поперечных колебаний прямого стержня с распределенной массой и его общее решение. Спектр собственных частот и форм колебаний. Приближенные методы в динамике сооружений (метод замены распределенных масс сосредоточенными, метод приведенных масс, метод переноса масс). Энергетический метод Рэлея определения низшей частоты собственных колебаний методом Рэлея.

## **5.3. Лабораторные работы**

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

## **5.4. Практические занятия**

### **ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 3а. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

<b>Порядковый номер модуля.</b>	<b>Примерная</b>	<b>Трудоемкость</b>
---------------------------------	------------------	---------------------



Цели практических работ	тематика занятий и форма их проведения	в часах
<b>Модуль 1</b> <b>Цель:</b> получение знаний по проведению кинематического анализа сооружений, в который входит определение числа степеней свободы стержневой системы и анализ правильности размещения связей	Геометрическая неизменяемость и кинематический анализ сооружений	2
<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> получение умений по построению эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в многопролетных балках; получение умений по построению линий влияния и проведения процедуры загрузки линий влияния	1) Построение эпюр ВСФ в многопролетных статически определимых балках (МСОБ) 2) Построение линий влияния в простых балках 3) Построение линий влияния в МСОБ	8
<b>Модуль 3</b> <b>Цель:</b> формирование умений по определению усилий в стержнях статически определимых плоских ферм с использованием статического метода; получение умений по построению линий влияния в стержнях плоских ферм и их загрузению.	1) Определение усилий в стержнях плоских ферм 2) Построение линий влияния в стержнях плоских ферм	6
<b>Модуль 4</b> <b>Цель:</b> изучение методов определения перемещений в статически определимых системах при силовых, температурных и кинематических воздействиях	Определение перемещений в статически определимых системах	4
<b>Модуль 5</b> <b>Цель:</b> научиться раскрывать статическую неопределимость методом сил и строить эпюры внутренних силовых факторов; рассмотреть особенности расчета СНС методом сил на температурное и кинематическое (смещение опор) воздействия	1) Расчет статически неопределимых рам методом сил на силовое воздействие 2) Расчет статически неопределимых систем методом сил на температурное воздействие и осадку опор	10
<b>Модуль 6</b> <b>Цель:</b> научиться раскрывать статическую неопределимость методом перемещений и строить эпюры внутренних силовых факторов; рассмотреть особенности расчета СНС	1) Расчет статически неопределимых балок и рам	10

методом перемещений на температурное и кинематическое (смещение опор) воздействия; рассмотреть особенности комбинированного и смешанного методов расчета СНС	методом перемещений на силовое воздействие 2) Расчет статически неопределимых систем методом перемещений на температурное воздействие и осадку опор 3) Комбинированный и смешанный методы расчета статически неопределимых систем	
<b>Модуль 7</b> <b>Цель:</b> научиться определять критические нагрузки и расчетные длины сжатых упругих изолированных стержней статически (точным) и энергетическим методами	1) Определение критической нагрузки сжатых стержней статическим методом с использованием ДУ изогнутой оси стержня (точный метод) 2) Энергетический метод определения критической нагрузки	4
<b>Модуль 8</b> <b>Цель:</b> изучить особенности расчета плоских рам на устойчивость методом перемещений, научиться записывать и численно решать трансцендентное уравнение потери устойчивости.	Расчет плоским рам на устойчивость методом перемещений	6
<b>Модуль 9</b> <b>Цель:</b> научиться проводить динамические расчеты на свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы	Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы	2
<b>Модуль 10</b> <b>Цель:</b> освоить выполнение динамических расчетов на свободные и вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы	Динамические расчеты плоских рам	6
<b>Модуль 11</b> <b>Цель:</b> научиться проводить динамические расчеты на свободные колебания систем с распределенной массой	Энергетический метод определения	2

	низшей частоты собственных колебаний	
--	--	--

## **6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости**

### **6.1. Цели самостоятельной работы**

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

### **6.2. Организация и содержание самостоятельной работы**

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к текущему контролю успеваемости, в выполнении курсовой и расчетно-графической работы (РГР), подготовке к экзамену (5 семестр) и зачёту (6 семестр). Кафедра обеспечивает консультирование студентов по всем видам самостоятельной работы.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам в 5 семестре выдается задание на РГР, требования к ее выполнению и оформлению. Задание студентам заочной формы обучения выдается на установочной сессии.

В начале 6 семестра студентам выдается задание на курсовую работу требования к ее выполнению и оформлению. Курсовая работа выполняется в часы самостоятельной работы в течение семестра в соответствии с освоением учебных модулей. Она состоит из 3 разделов (3 задачи), соответствующих модулям 6, 8, 10. Задание студентам заочной формы обучения выдается на установочной сессии.

Тематика разделов РГР (6 семестр):

- 1) Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений
- 2) Расчет рамы на устойчивость методом перемещений
- 3) Динамический расчет рамы

РГР оформляется на листах белой бумаги формата А4, записи делаются только с одной стороны листа. Все графические схемы и рисунки выполняются аккуратно по линейке, все записи – четким разборчивым почерком. Решения задач должны сопровождаться подробным последовательным пояснением, но без лишних теоретических выводов, имеющих в учебниках. В решении должна четко прослеживаться логическая связь выполняемых действий, а также должны быть отмечены основания для выполнения этих действий. Выполненные задачи РГР с титульным листом помещаются в скоросшиватель с прозрачной первой страницей и сдаются на проверку преподавателю.

На титульном листе РГР преподаватель дает на нее письменную рецензию, в которой отражает положительные стороны и указывает на ошибки и недостатки

работы. Получив после рецензирования выполнения работ, обучающийся должен исправить все отмеченные ошибки и замечания, если таковые имеются. При этом вносить исправления на незначительные замечания следует на той же странице (или с обратной стороны), в случае серьезных ошибок исправления следует производить на отдельных листах. После исправления всех ошибок, отмеченных преподавателем и ее повторной проверки, работы подлежат защите. Защита РГР производится поэтапно в часы практических занятий и дополнительных индивидуальных консультаций, проводимых преподавателем для обучающихся. Качество РГР и курсовой работы (ее структура, полнота, правильность расчетов, самостоятельность выполнения, соответствие оформления установленным требованиям) учитываются при ее защите.

Защита разделов РГР, по желанию обучающегося, проводится посредством написания контрольной работы или устным опросом. В качестве контрольной работы на 1 академический час дается типовая задача, при решении которой выясняется глубина знаний студента, и самостоятельность выполнения раздела РГР. При устном опросе обучающийся должен объяснить ход решения выполненных им задач и показать знание теоретического материала. По результатам защиты преподаватель выставляет общую оценку по четырех бальной шкале (5, 4, 3).

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература по дисциплине**

1. Дарков, А. В. Строительная механика: учебник / А. В. Дарков, В. А. Шапошников. — 12-е изд. — Санкт-Петербург: Лань, 2010. — 656 с. — ISBN 978-5-8114-0576-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121>
2. Кривошапко, С. Н. Строительная механика: учебник и практикум для вузов / С. Н. Кривошапко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 391 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01124-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449733>
3. Васильков, Г. В. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений: учебное пособие / Г. В. Васильков, З. В. Буйко. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1334-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168495>

### **7.2. Дополнительная литература по дисциплине**

1. Смирнов, В. А. Строительная механика: учебник для вузов / В. А. Смирнов, А. С. Городецкий; под редакцией В. А. Смирнова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 423 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03317-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468571>

2. Алексеев, А.А. Строительная механика: учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса / А.А. Алексеев, В.Н. Ведерников; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - (УМК-У). - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0821-0 : 0-00. - (ID=111951-1)
3. Саргсян, А.Е. Строительная механика. Механика инженерных конструкций : учебник для вузов по техн. спец. / А.Е. Саргсян. - 2-е изд. ; стер. - М. : Высшая школа, 2008. - 462 с. : ил. - Библиогр. : с. 457. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-06-005963-2 : 376 р. 20 к. - (ID=77448-8)
4. Анохин, Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах : учеб. пособие по строит. специальностям вузов : в составе учебно-методического комплекса. Ч. 1: Статически определимые системы / Н.Н. Анохин. - 3-е изд. ; доп. и перераб. - М.: Ассоциация строительных вузов, 2010. - 333 с.: ил., граф. - (УМК-У). - Библиогр.: с. 331. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-93093-024-4 : 550 р. - (ID=83872-5)
5. Анохин, Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах : учеб. пособие для вузов по строит. специальностям: в составе учебно-методического комплекса. Ч. 2: Статически неопределимые системы / Н.Н. Анохин. - 3-е изд.; доп. и перераб. - М. : Ассоциация строительных вузов, 2010. - 464 с. : ил., граф. - (УМК-У). - Библиогр.: с. 462. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-93093-024-4 : 599 р. - (ID=83874-4)
6. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики (статика стержневых систем): учеб. пособие для строит. спец. вузов / Г.К. Клейн, Р.Ф. Габбасов; под общ. ред. Г.К. Клейна. - 4-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 1980. - 384 с. - Библиогр. : с. 382. - 20 р. - (ID=12347-276)
7. Клейн, Г.К. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики (основы теории устойчивости, динамики сооружений и расчета пространственных систем): учеб. пособие для строит. спец. вузов / Г.К. Клейн, В.Г. Рекач. - 2-е изд.; перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1972. - 0-50. - (ID=103137-1)
8. Масленников, А. М. Динамика и устойчивость сооружений : учебник и практикум для вузов / А. М. Масленников. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 366 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00220-1. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489590>

### 7.3. Методические материалы

1. Строительная механика: учебно-метод. пособие для очной формы обучения строит. спец.: в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП ; сост.: А.П. Воронцов, Н.Л. Охлопков, А.А. Алексеев. - Тверь : ТвГТУ, 2010. - 56 с.: ил. - (УМК-М). - CD. - Сервер. - Текст: непосредственный. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - (ID=85706-3)

2. Строительная механика: учеб.-метод. пособие для студентов заочной формы обучения напр. подготовки бакалавриата Стр-во: в составе учебно-методического комплекса. Ч. 2 / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП ; сост.: А.А. Алексеев, В.Н. Ведерников. - Тверь: ТвГТУ, 2014. - (УМК-М). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - (ID=102956-1)
3. Строительная механика: учеб.-метод. пособие для студентов заочной формы обучения напр. подготовки бакалавриата Стр-во : в составе учебно-методического комплекса. Ч. 1 / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП ; сост.: А.А. Алексеев, В.Н. Ведерников. - Тверь: ТвГТУ, 2014. - 52 с. - (УМК-М). - Текст : непосредственный. - [б. ц.]. - (ID=101643-1)

#### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Adobe Acrobat Reader DC – предоставляется бесплатно на условиях лицензии на открытое ПО (OSL).

Google Chrome – предоставляется бесплатно на условиях лицензии на открытое ПО (OSL).

#### **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Электронно-библиотечная система ТвГТУ [lib.tstu.tver.ru](http://lib.tstu.tver.ru)
2. База данных учебно-методических комплексов [cdokp.tstu.tver.ru/emc](http://cdokp.tstu.tver.ru/emc)
3. Подсистема расчета и анализа показателей книгообеспеченности учебного процесса, включая книгообеспеченность кафедр и специальностей на период до 2019 года: [cdokp.tstu.tver.ru/site2/wsite/ws\\_supply.asp?p=ws\\_supply.asp](http://cdokp.tstu.tver.ru/site2/wsite/ws_supply.asp?p=ws_supply.asp)
4. ЭБС «Юрайт» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
5. ЭБС «Лань» [e.lanbook.com](http://e.lanbook.com)
6. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
7. ЭБС «IPRbooks» [www.iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)
8. НЭБ ELIBRARY.RU [elibrarv.ru](http://elibrarv.ru)
9. Гарант и Консультант Плюс

УМК размещен:

<http://cdokp.tstu.tver.ru/site.center/emclookup.aspx?s=4&cid=0&spid=2401&sfid=737&sfid=17> (пример)

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Дисциплина «Строительная механика» полностью обеспечена материально-техническими средствами. Лекции и практические занятия проводятся в аудиториях, имеющих посадочные места по количеству обучающихся, рабочее место

преподавателя и доску, либо в виде презентаций в специализированной аудитории, дополнительно оснащенной проекционным оборудованием. В наличии имеется электронный курс «Строительная механика» с удаленным доступом, разработанный преподавателем кафедры СМТУиП.

## **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Критерии оценки и ее значения:

Для показателя «знать»:

выше базового – 2 балла;

базовый – 1 балл;

ниже базового – 0 баллов.

Для показателя «уметь»:

отсутствие умения – 0 баллов;

выполняет типовые задания с использованием стандартных алгоритмов решения – 1 балл;

выполняет усложненные задания на основе комбинации стандартных алгоритмов решения – 2 балла.

Критерии оценки за экзамен приводятся в экзаменационном билете:

«отлично» - при сумме баллов 5;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

3. Вид экзамена – письменный экзамен.

4. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 90 минут.

#### **4. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене**

1. Метод перемещений. Канонические уравнения метода перемещений.

2. Построение единичных и грузовой эпюр метода перемещений. Определение коэффициентов и свободных членов канонических уравнений статическим способом.

3. Расчет статически неопределимых рам методом перемещений на смещение опор.

4. Расчет статически неопределимых рам методом перемещений на температурное воздействие.

5. Комбинированный метод расчета статически неопределимых рам.

6. Смешанный метод расчета статически неопределимых рам.

7. Понятие устойчивости элементов конструкций. Критическая нагрузка. Обобщенная формула Эйлера для критической нагрузки. Расчетная длина сжатого стержня.

8. Дифференциальное уравнение изгиба центрально сжатого стержня и его общее решение. Устойчивость стержней с различным закреплением концов.

9. Вывод формул для табличных эпюр метода перемещений при расчете рам на устойчивость.

10. Расчет рам на устойчивость методом перемещений.

11. Энергетический метод определения критической нагрузки сжатых стержней.

12. Предмет и задачи динамики сооружений. Динамические нагрузки. Степень свободы и расчетная схема колебательной системы.

13. Динамические характеристики строительных материалов.

14. Свободные колебания систем с одной степенью свободы без учета сопротивления. Основные характеристики колебательного процесса.

15. Свободные колебания систем с одной степенью свободы с учетом сил сопротивления. Затухание колебаний. Логарифмический декремент.

16. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы без учета сопротивления. Действие мгновенного импульса, системы импульсов и произвольной нагрузки.

16. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы без учета сопротивления. Действие вибрационной нагрузки. Динамический коэффициент. Резонанс. Определение динамических перемещений, усилий, напряжений.

17. Влияние сопротивления на вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при действии вибрационной нагрузки. Динамический коэффициент с учетом сопротивления.

18. Свободные колебания систем с несколькими степенями свободы. Определение частот колебаний.

19. Вынужденные колебания систем с несколькими степенями свободы без учета демпфирования. Определение сил инерции.

20. Колебания балок с распределенной массой. Спектр собственных частот и форм колебаний.

21. Приближенные методы в динамике сооружений (метод замены распределенных масс сосредоточенными, метод приведенных масс, метод переноса масс).



22. Определение низшей частоты собственных колебаний балок с распределенной массой энергетическим методом Рэлея.

При ответе на вопросы экзамена допускается пользование конспектом собственных лекций, справочными материалами (таблицы эпюр в элементах основной системы метода перемещений) и калькулятором. Использование различных технических устройств и средств связи (мобильные телефоны, планшеты, ноутбуки и т.п.) не допускается. Также запрещается проводить взаимные консультации. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

## **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

2. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительных контрольных испытаний;

3. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся в 5 семестре при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: наличие конспекта лекций, выполнения и защиты курсовой работы.

## **9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта**

1. Шкала оценивания курсового проекта – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Тема курсового проекта: «Расчёты статически определимых и неопределимых стержневых систем на прочность и жёсткость».

3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу.

Таблица 4. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
1	Многопролетная статически определимая	Выше базового – 8 Базовый – 4

	балка. Расчёты на прочность и жёсткость	Ниже базового – 0
2	Статически определимая плоская ферма. Расчёты на прочность, жёсткость и устойчивость элементов фермы.	Выше базового – 8 Базовый – 8 Ниже базового – 0
3	Расчет статически неопределимой рамы методом сил на силовое, температурное и кинематическое воздействие. Расчёты на прочность и жёсткость.	Выше базового – 8 Базовый – 4 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 19 до 22;

«хорошо» – при сумме баллов от 15 до 18;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 11 до 14;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 11, а также при любой другой сумме, если по любому из разделов работа имеет 0 баллов.

4. В процессе выполнения курсового проекта руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные процедурные сведения:

а) разделы курсового проекта выполняются по мере прохождения теоретического материала и сдаются на проверку в установленные учебным планом сроки.

б) проверку проекта осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающегося достоинства и недостатки разделов курсовой работы. Получив после проверки курсовой проект, обучающийся должен исправить все отмеченные ошибки и замечания, если таковые имеются. При этом вносить исправления на незначительные замечания следует на той же странице (или с обратной стороны), в случае серьезных ошибок исправления следует производить на отдельных листах. После исправления всех ошибок, отмеченных преподавателем и ее повторной проверки, курсовой проект подлежит защите.

в) защита курсового проекта проводится по каждому из 3 разделов. Форма защиты – аудиторная контрольная работа в виде типовой задачи на 1 академический час, в ходе решения которой выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения курсового проекта;

г) с учетом критериев качества выполнения отдельных разделов курсового проекта и его защиты, руководитель выставляет за нее общую итоговую оценку, которая доводится до сведения обучающегося и проставляется в его зачётную книжку и ведомость для курсового проекта. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, курсовая работа рассматривается комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

г) курсовой проект не подлежит обязательному рецензированию.

д) курсовые проекты хранятся на кафедре в течение двух лет.

## 10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Программа предусматривает возможность обучения дисциплине в рамках традиционной поточно-групповой системы обучения. Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению расчетно-графических работ, курсовой работы, всех видов самостоятельной работы. Использование и изучение основной литературы является обязательным в процессе изучения дисциплины, дополнительная литература полезна для подготовки к практическим занятиям и выполнению курсовой и расчетно-графических работ.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Методическое обеспечение по дисциплине, включая методические указания по выполнению практических работ, содержится на сайте университета [www.tstu.tver.ru](http://www.tstu.tver.ru) в разделе «Сведения об образовательной организации», подраздел «Образование».

## **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Протоколами заседаний кафедры ежегодно обновляется содержание рабочих программ дисциплин, по утвержденной «Положением о рабочих программах дисциплин» форме.

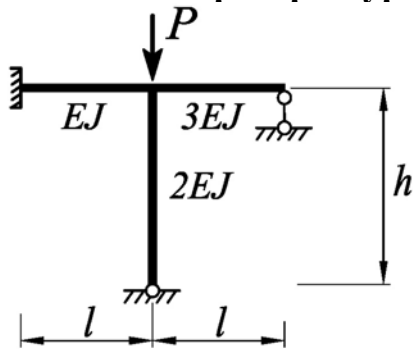
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 08.03.01 Строительство  
 Направленность (профиль) – Промышленное и гражданское строительство  
 Кафедра «Сопротивление материалов, теория упругости и пластичности»  
 Дисциплина «Строительная механика»  
 Семестр 6

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:  
 Метод перемещений. Канонические уравнения метода перемещений.

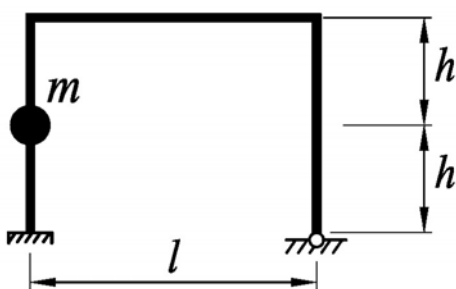
2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:



Записать трансцендентное уравнение потери устойчивости рамы

$$l = 3 \text{ м}, \quad h = 4 \text{ м}$$

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:



Определить круговую частоту собственных колебаний

$$l = 3 \text{ м}, \quad h = 1 \text{ м}$$

$$EJ = 12000 \text{ кН} \cdot \text{м}^2, \quad m = 200 \text{ кг.}$$

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2 балла

Составитель: к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ А.П. Воронцов

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ А.П. Воронцов