

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 2022 г., протокол №5

Заведующий кафедрой

А.А. Трещев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«Строительная механика пространственных 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, заочная, очно-заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080301-05-22

Тула 2022 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик:**

Судакова И.А., 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 расчете тонкостенных пространственных систем.

**Задачами** освоения дисциплины (модуля) являются:

- освоение метода конечных элементов, метода расчета по предельным состояниям;
- приобретения умения в применении приведения двумерных задач к одномерным;
- получение опыта решения нелинейных задач строительной механики.

## **2 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается в 6 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 пространственного сооружения при расчете ее на изгиб (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.3);
- 2) Природу гипотез, лежащих в основе модели линейно упругого тела при расчете пространственных задач строительной механики (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.3);
- 3) Принципы дискретизации расчётной схемы, лежащие в основе приведения пространственной задачи к плоской (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.3).

**Уметь:**

- 1) Определять наиболее рациональный метод решения пространственной задачи (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.1);
- 2) Задавать основные параметры пространственной расчётной схемы сооружения (код компетенции – ПК-6, код индикатора – ПК-6.4):

**Владеть:**

- 1) Навыками применения методов расчета тонкостенных пространственных конструкций (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.2);
- 2) Навыками применения метода конечных элементов и метода предельного равновесия пространственных конструкций (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.2);
- 3) Навыками применения методов решения нелинейных задач строительной механики (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										
6	Э	4	144	16	32	-	-	2	0,25	93,75
<b>Итого</b>	<b>Э</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>0,25</b>	<b>93,75</b>
Заочная форма обучения										
6	Э	4	144	2	4	-	-	2	0,25	135,75
<b>Итого</b>	<b>Э</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>0,25</b>	<b>135,75</b>
Очно-заочная форма обучения										
6	Э	4	144	14	14	-	-	2	0,25	113,75
<b>Итого</b>	<b>Э</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>0,25</b>	<b>113,75</b>

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
<b>6 семестр</b>	
1	Особенности расчета статически неопределеных ферм
2	Особенности расчета статически неопределеных арок
3	Особенности расчета статически неопределенных сводов
4	Особенности расчета висячих и комбинированных систем
5	Общие уравнения строительной механики и методы их решения с использованием ЭВМ
6	Основные положения метода конечных элементов
7	Расчет тонких пластин на изгиб
8	Полуаналитический вариант МКЭ и его применение для расчета тонкостенных пространственных систем
9	Расчет оболочечных конструкций на прямоугольном плане
10	Приведение многомерных задач к одномерным
11	Основы метода предельного равновесия

### Заочная форма обучения

<b>№ п/п</b>	<b>Темы лекционных занятий</b>
<b>6 семестр</b>	
1	Особенности расчета пространственных систем

## Очно-заочная форма обучения

<b>№ п/п</b>	<b>Темы лекционных занятий</b>
<b>6 семестр</b>	
1	Особенности расчета статически неопределеных ферм
2	Особенности расчета статически неопределеных арок
3	Особенности расчета статически неопределеных сводов
4	Особенности расчета висячих и комбинированных систем
5	Общие уравнения строительной механики и методы их решения с использованием ЭВМ
6	Основные положения метода конечных элементов
7	Расчет тонких пластин на изгиб
8	Полуаналитический вариант МКЭ и его применение для расчета тонкостенных пространственных систем
9	Расчет оболочечных конструкций на прямоугольном плане
10	Приведение многомерных задач к одномерным
11	Основы метода предельного равновесия

## 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

### Очная форма обучения

<b>№ п/п</b>	<b>Темы практических (семинарских) занятий</b>
<b>6 семестр</b>	
1	Пример расчета статически неопределенной фермы
2	Пример расчета статически неопределенной арки
3	Пример расчета сводчатых конструкций, находящихся в упругой среде
4	Гибкая растянутая нить как несущий элемент. Уравнения равновесия и деформации пологой пространственной нити
5	Стержневые системы как системы с конечным числом степеней свободы. Основные уравнения строительной механики для стержней
6	Статико-геометрическая аналогия. Постановка задачи строительной механики и общая система для ее решения
7	Уравнения для решения нелинейных задач строительной механики
8	Основные положения метода конечных элементов
9	Пример применения МКЭ для решения пространственных задач строительной механики
10	Расчет тонкой пластины на поперечный изгиб
11	Расчет трехслойной пластины с легким заполнителем
12	Применение полуаналитического варианта МКЭ для решения пространственных задач строительной механики
13	Линейные уравнения для пологих упругих оболочек в декартовых координатах

<b>№ п/п</b>	<b>Темы практических (семинарских) занятий</b>
14	Основы расчета призматических тонкостенных тонкостенных систем по методу Владислава
15	Примеры применения метода предельного равновесия
16	Примеры применения метода предельного равновесия

### **Заочная форма обучения**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы практических (семинарских) занятий</b>
<b>6 семестр</b>	
1	Стержневые системы как системы с конечным числом степеней свободы. Основные уравнения строительной механики для стержней
1	Пример применения МКЭ для решения пространственных задач строительной механики

### **Очно-заочная форма обучения**

<b>№ п/п</b>	<b>Темы практических (семинарских) занятий</b>
<b>6 семестр</b>	
1	Пример расчета статически неопределенной фермы
2	Пример расчета статически неопределенной арки
3	Пример расчета сводчатых конструкций, находящихся в упругой среде
4	Гибкая растянутая нить как несущий элемент. Уравнения равновесия и деформации пологой пространственной нити
5	Стержневые системы как системы с конечным числом степеней свободы. Основные уравнения строительной механики для стержней
6	Статико-геометрическая аналогия. Постановка задачи строительной механики и общая система для ее решения
7	Уравнения для решения нелинейных задач строительной механики
8	Основные положения метода конечных элементов
9	Пример применения МКЭ для решения пространственных задач строительной механики
10	Расчет тонкой пластины на поперечный изгиб
11	Расчет трехслойной пластины с легким заполнителем
12	Применение полуаналитического варианта МКЭ для решения пространственных задач строительной механики
13	Линейные уравнения для пологих упругих оболочек в декартовых координатах
14	Основы расчета призматических тонкостенных тонкостенных систем по методу Владислава
15	Примеры применения метода предельного равновесия
16	Примеры применения метода предельного равновесия

### **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**

<b>№ п/п</b>	<b>Виды и формы самостоятельной работы</b>
<b>6 семестр</b>	
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Выполнение расчетно-графической работы
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

##### **Заочная форма обучения**

<b>№ п/п</b>	<b>Виды и формы самостоятельной работы</b>
<b>6 семестр</b>	
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Выполнение расчетно-графической работы
3	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

##### **Очно-заочная форма обучения**

<b>№ п/п</b>	<b>Виды и формы самостоятельной работы</b>
<b>6 семестр</b>	
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Выполнение расчетно-графической 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**

<b>Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося</b>		<b>Максимальное количество баллов</b>
<b>6 семестр</b>		
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>
		Посещение лекционных занятий
		5
		Посещение практических занятий
		10
		Выполнение и защита РГР № 1, задача № 1
		13
		Тестирование
		Итого
		30
	Второй рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>
		Посещение лекционных занятий
		3

<b>Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося</b>		<b>Максимальное количество баллов</b>
Промежуточная аттестация	Посещение практических занятий	5
	Выполнение и защита РГР № 1, задача № 2	10
	Тестирование	12
	Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен	40 (100*)

- В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### **Очно-заочная форма обучения**

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

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### **Заочная форма обучения**

<b>Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося</b>		<b>Максимальное количество баллов</b>
<b>6 семестр</b>		
Текущий контроль успеваемости	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
	Посещение лекционных занятий	6
	Посещение практических занятий	6
	Выполнение РГР № 1, задача № 1	12
	Выполнение РГР № 1, задача № 2	12
	Тестирование	24
	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**

<b>Система оценивания результатов обучения</b>	<b>Оценки</b>			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100

<b>Система оценивания результатов обучения</b>	<b>Оценки</b>			
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовле-творительно	Удовлетво-рительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не засчитано		Засчитано	

## **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. Баландин В.А., Шапошников Н.Н. Расчет осесимметричных круглых пластин и оболочек по методу конечных элементов с учетом поперечного сдвига. – В кн.: Вопросы прочности в химическом машиностроении. М., 2001

2. Бидерман В.Л. Механика тонкостенных конструкций. М., Машиностроение, 2010

3. Теличко, Григорий Николаевич. Основы строительной механики плоских стержневых систем : учебник для вузов и судов / 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.

4. 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.

5. Бабанов, В. В. Строительная механика: учебник для вузов: в 2 т. / В. В. Бабанов .— 2-е изд., стер. — 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.: Прoспект, 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://smitu.cef.spbstu.ru/>Санкт-Петербургский Государственный Политехнический Университет. Кафедра строительной механики и теории упругости

2. <http://www.strmech.susu.ac.ru/stroymech/>Южно-уральский государственный университет. Кафедра "Строительной механики"

3. <http://www.scadgroup.com/news.shtml>Официальный сайт группы компаний "СКАД Софт"

4. <http://djvu-inf.narod.ru/tslib.htm>DjVu БИБЛИОТЕКИ - Строительство и инженерные системы

5. <http://publ.lib.ru/>Универсальная библиотека, портал создателей электронных книг, авторов произведений и переводов

## **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 «Строительная механика», разработанный на кафедре ССМиК;

2. Программа для проведения тестирования MyTest, распространяемая свободно;

3. Программа для чтения файлов формата PDFAdobeReader, распространяемая свободно.

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Не требуется.