

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

Б1.В.01 Теория расчета пластин и оболочек

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

2019

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

канд. техн. наук, доцент, Р.А. Сабиров

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

подготовка современных специалистов, уровень знаний которых соответствует требованиям квалификации дипломированного специалиста по направлению 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»:

— получить общие уравнения теории оболочек переменной толщины и кривизны в криволинейной системе координат, то есть дать знания в области математического моделирования конструкций, представляющие оболочки и пластины;

— уметь выбрать расчетную схему, представляющую модель высотного, большепролетного пространственного здания (в том числе и уникального сооружения), или его элементов типа оболочек и пластин;

— задать граничные условия; определить нагрузки; подобрать материал;

— для выполнения расчетов ознакомить с дифференциальными и интегральными формулировками рассматриваемых задач; понимать единство и различия данных формулировок;

— на основе дифференциальных и интегральных формулировок, уметь применить методы расчета, такие, как вариационно-разностный и метод конечных элементов;

— выполнять анализ напряженно-деформированного состояния для принятой модели; осуществить соответствующие расчеты и оформить результаты;

— обеспечить жесткость, прочность, устойчивость конструкции на основе принятых критериев с элементами практической оптимизации;

— понимать вопросы, связанные точностью и сходимостью получаемых решений; принять участие в студенческой НИР;

— представлять о локальных и глобальных проверках решений, понимание которых необходимо для дальнейшего приложения в области компьютерного моделирования с применением программных расчетных комплексов САПР.

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

Рассмотреть методы математического моделирования, то есть получить общие разрешающие уравнения (в дифференциальной и интегральной форме) с применением гипотез Кирхгофа (техническая теория) для решения задач расчета тонких пластин и оболочек.

Научить методам расчета на прочность, жесткость и устойчивость при статических и динамических нагрузках на сооружения и элементы конструкций.

Привить общекультурные компетенции. К строителям, архитекторам и дизайнерам, должны быть требования как специалистам, обладающим высокой культурой в области конструирования и основ расчета.

### 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: Способность осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений высотных и большепролетных зданий и сооружений</b>	
ПК-1.1: Контроль хода организации выполнения проектных работ, соблюдение графика прохождения документации, взаимного согласования проектных решений инженерно-техническими работниками различных подразделений	нормативно-техническую документацию, графики прохождения работ согласовывать проектные решения инженерно-технических работников различных подразделений и соблюдать график прохождения документации контролем хода организации выполнения проектных работ
ПК-1.2: Выполнение проверочных расчетов металлических конструкций	СП и методы расчета МК рассчитывать МК навыками рсчета МК
<b>ПК-5: Способность организовывать строительное производство при строительстве и реконструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений</b>	
ПК-5.1: Координация деятельности соисполнителей, участвующих в выполнении работ с другими организациями	методы координации деятельности соисполнителей применять методы координации деятельности соисполнителей навыками применения методов координации деятельности соисполнителей
ПК-5.2: Организация и обеспечение техническим сопровождением строительное производство при строительстве и реконструкции высотных и большепролетных зданий и сооружений	правила организации и обеспечения технического сопровождения применять правила организации и обеспечения технического сопровождения навыками применения правил организации и обеспечения технического сопровождения

### 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)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	1 (36)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,5 (54)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

### 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. Расчет оболочек</b>									
	1. Криволинейные координаты в трёхмерном пространстве. Метрический тензор. Локальный базис пространства. Коэффициенты G. Lamé	1							
	2. Тензор деформаций в криволинейной ортогональной системе координат. Перемещения и деформации бесконечно малого элемента в криволинейных координатах.	1							
	3. Поверхности и примеры их образования, т.е. построения. Поверхности Гаусса. Поверхности Монжа. Метрический тензор и триэдр.	1							
	4. Уравнение равновесия бесконечно малого элемента оболочки в криволинейных ортогональных координатах. 6 уравнений равновесия.	1							

5. Мембранные усилия, изгибающие и крутящие моменты.	1							
6. Преобразование основных дифференциальных уравнений теории упругости в уравнения толстостенной оболочки произвольного заданного очертания (получение уравнений, связывающих компоненты трёхмерной деформации с компонентами вектора перемещений)	1							
7. Уравнения теории оболочек в сферической системе координат. Безмоментные осесимметричные задачи. Уравнение Лапласа. Расчет напряженного и деформированного состояния и анализ прочности сферического купола.	1							
8. Расчет напряженного и деформированного состояния и анализ прочности стрелчатой оболочки.	1							
9. Уравнения теории оболочек в цилиндрической системе координат. Расчет цилиндрической оболочки.	1							
10. Понятие о тороидальной системе координат. Особенности полученных уравнений. Расчет безмоментного тора с помощью уравнения Лапласа.	1							
11. Повторение. Тензор напряжений, тензор деформаций – тензоры второго ранга. Преобразования тензоров при повороте осей координат. Главные напряжения. Вычисление главных напряжений и их направлений с позиции проблемы собственных чисел. Шаровой тензор и девиатор напряжений. Девиатор напряжений, как состояния чистого сдвига.			2					
12. Геометрия поверхностей вращения.			2					

13. Примеры вычисления кривизны и радиусов кривизны оболочек. Оболочка положительной гауссовой кривизны. Оболочка отрицательной гауссовой кривизны. Оболочка нулевой гауссовой кривизны.			4					
14. Оболочка вращения произвольной формы меридиана. Задание меридиана оболочки вращения с особенностями геометрического характера.			4					
15. Уравнение Лапласа. Статические расчеты внутренних усилий осесимметричных оболочек вращения. Анализ прочности.			4					
16. Расчеты внутренних усилий осесимметричных оболочек; форма меридиана задана полиномом. Анализ прочности.			2					
17. Расчет кольца. Расчет кольца, как опорного элемента оболочки.			2					
18. Расчет напряженного и деформированного состояния сферического купола. Анализ прочности и жесткости.			4					
19. Расчет напряженного и деформированного состояния стрельчатой оболочки. Анализ прочности и жесткости			4					
20. Расчет пластины МКР			2					
21. Расчет пластины МКЭ			2					
22. Изучение теоретического курса							36	
<b>2. Расчет пластин</b>								



1. Статические, физические и геометрические уравнения теории упругости. Приложение гипотез Кирхгофа. Геометрические уравнения. Закон Гука. Внутренние усилия, изгибающие и крутящие моменты.	1								
2. Уравнения равновесия в усилиях. Уравнение С. Жермен. Граничные условия. Парадоксы, связанные с применением метода гипотез. Напряжения основные нормальные, касательные и нормальные, к базисной поверхности пластины.	1								
3. Расчет пластины с закрепленными краями методом сеток. Вычисление усилий и напряжений.	1								
4. Преобразование дифференциального уравнения равновесия в вариационное уравнение; получение функционала Лагранжа. Принцип минимума полной потенциальной энергии.	1								
5. Формулировка МКЭ. Согласованная функция формы для треугольного элемента. Получение матрицы жесткости. Приемы формирования общей матрицы жесткости конструкции и правой части.	1								
6. Расчет пластины МКЭ. Вычисление прогибов, внутренних изгибающих и крутящих моментов. Проверка вычислений. Вычисление напряжений и анализ прочности.	1								
7. Изгиб круглых пластин. Преобразование уравнений для прямоугольных пластин в уравнения для круглых пластин. Осесимметричные уравнения изгибаемых круглых пластин. Примеры расчета.	1								
8. Расчет напряженного состояния пластины в виде эллипса	1								

9. Повторение. Тензор напряжений, тензор деформаций – тензоры второго ранга. Преобразования тензоров при повороте осей координат. Главные напряжения. Вычисление главных напряжений и их направлений с позиции проблемы собственных чисел. Шаровой тензор и девиатор напряжений. Девиатор напряжений, как состояния чистого сдвига.			2					
10. Анализ напряженно-деформированного состояния и прочности пластин			2					
11. Изучение теоретического курса							18	
Всего	18		36				54	

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

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

1. 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).
2. Потапов В. Д., Александров А. В., Косицын С. Б., Долотказин Д. Б. Строительная механика: Книга 1: в 2 книгах : учебник для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Транспортное строительство" : допущено Министерством образования и науки РФ(Москва: Высшая школа).
3. Шкутин Л. И., Садовский В. М. Нелинейные деформации и катастрофы тонких тел: [монография](Новосибирск: Сибирское отделение РАН).
4. Сабиров Р. А. Методы расчета напряженно-деформированного состояния стержней и стержневых систем: учебное пособие для студентов вузов(Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т).

### **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, компьютерные лаборатории для проведения практических занятий.