

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

2022

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 |
|--|--|
| ПК-1: Способен осуществлять и контролировать выполнение расчётного обоснования проектных решений высотных и большепролетных зданий и сооружений | |
| ПК-1.1: Проверяет технические данные принятых проектных решений проектной документации для объектов капитального строительства, относящихся к категории уникальных | 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: Выполняет проверочные расчеты металлических конструкций | СП и методы расчета МК рассчитывать МК навыками рсчета МК |

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 |
| Контактная работа с преподавателем: | 1,5 (54) | |
| занятия лекционного типа | 0,5 (18) | |
| практические занятия | 1 (36) | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 1,5 (54) | |
| курсовое проектирование (КП) | Нет | |
| курсовая работа (КР) | Нет | |

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

| № п/п | | Модули, темы (разделы) дисциплины | | Контактная работа, ак. час. | | | | | | | |
|---------------------------|--|--|--|--------------------------------|--|---|--------------------------|--|--------------------------|-------------------------------------|--|
| | | | | 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 | | |
| 1. Расчет оболочек | | | | | | | | | | | |
| | | 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 | |
| 2. Расчет пластин | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 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
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.