

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета информационных
технологий и компьютерной безопасности
П.Ю. Гусев
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Модели и методы анализа проектных решений»

Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

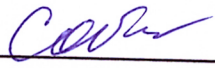
Профиль Системы автоматизированного проектирования

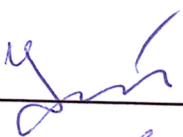
Квалификация выпускника бакалавр


Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы  /Собенина О.В./

Заведующий кафедрой
Компьютерных
интеллектуальных
технологий проектирования  /Чижов М.И./

Руководитель ОПОП  /Бредихин А.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины изучение математического и программного обеспечения процедур анализа объектов с непрерывными математическими моделями.

1.2. Задачи освоения дисциплины изучение постановок задач анализа проектных решений, изучение методов формирования математических моделей на различных уровнях проектирования, изучение подходов к выбору методов анализа, знакомство с программами автоматизированного инженерного анализа.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Модели и методы анализа проектных решений» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Модели и методы анализа проектных решений» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3-Способен применять методы моделирования в профессиональной деятельности;

ПК-4-Способен разрабатывать техническое задание для разработки модулей машиностроительных САПР

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	Знать: - классификацию математических моделей; - методы решения математических моделей объектов с распределенными и сосредоточенными параметрами, их достоинства и недостатки; - методологию конечно-элементного анализа; - способы формирования математических моделей в различных базисах.
	Уметь: - строить явные и неявные разностные схемы; - получать функции формы конечных элементов; - составлять эквивалентные схемы технических объектов.
	Владеть навыками оценки вычислительной сложности задач моделирования.
ПК-4	Знать: - постановки задач анализа на разных уровнях проектирования;

	- методы решения математических моделей объектов с распределенными и сосредоточенными параметрами, их достоинства и недостатки; - программно-методические комплексы анализа.
	Уметь: - обосновывать выбор метода решения и разрабатывать алгоритмы применения выбранных методов моделирования; - получать математические модели конечных элементов.
	Владеть: навыками применения существующих программ анализа (САЕ - системы).

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Модели и методы анализа проектных решений» составляет 7 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	108	108
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	72	72
Самостоятельная работа	108	108
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	252	252
зач.ед.	7	7

Заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	16	16
В том числе:		
Лекции	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа	227	227
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+

Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	252 7	252 7
------------------------------------------------------	----------	----------

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Математическое моделирование технических объектов	Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении. Математическая модель объекта моделирования в машиностроительном производстве. Математическое обеспечение анализа проектных решений. Иерархические уровни процесса проектирования. Преобразования математических моделей в процессе получения рабочих программ анализа.	4	8	14	26
2	Математическое обеспечение анализа на микроуровне	Постановка задачи анализа объектов с распределенными параметрами. Метод конечных разностей. Алгоритм метода конечных элементов. Функции формы конечного элемента. Алгоритм вычисления вектора узловых значений функции, основанный на минимизация функционала, связанного с физическим смыслом решаемой задачи. Матрица жесткости. Вектор нагрузки. Определение аппроксимирующей функции конечных элементов. Нестационарные краевые задачи. Программные комплексы конечно-элементного анализа. Метод граничных элементов	14	32	40	86
3	Математическое моделирование технических объектов на макроуровне	Получение эквивалентных схем технических объектов. Отражение структурных свойств объектов. Эквивалентные схемы механических поступательных подсистем, вращательных механических подсистем, гидравлических подсистем, электрических подсистем, тепловых подсистем. Типы связей между подсистемами. Сложные элементы механических систем.	6	12	18	36
4	Методы получения математических моделей технических систем на макроуровне	Получение топологических уравнений. Обобщенный метод получения математических моделей. Табличный метод получения математических моделей. Узловой метод и метод переменных состояния. Методы анализа повышенной эффективности.	6	8	18	32
5	Математические модели технических объектов при моделировании	Математические модели систем массового обслуживания. Аналитические математические модели систем массового обслуживания. Сетевые имитационные модели. Имитационное моделирование систем массового обслуживания.	6	12	18	36

	на метауровне	Построение сети Петри. Анализ сетей Петри.				
Итого			36	72	108	216

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Математическое моделирование технических объектов	Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении. Математическая модель объекта моделирования в машиностроительном производстве. Математическое обеспечение анализа проектных решений. Иерархические уровни процесса проектирования. Преобразования математических моделей в процессе получения рабочих программ анализа.	2	-	20	22
2	Математическое обеспечение анализа на микроуровне	Постановка задачи анализа объектов с распределенными параметрами. Метод конечных разностей. Алгоритм метода конечных элементов. Функции формы конечного элемента. Алгоритм вычисления вектора узловых значений функции, основанный на минимизация функционала, связанного с физическим смыслом решаемой задачи. Матрица жесткости. Вектор нагрузки. Определение аппроксимирующей функции конечных элементов. Нестационарные краевые задачи. Программные комплексы конечно-элементного анализа. Метод граничных элементов	2	4	64	70
3	Математическое моделирование технических объектов на макроуровне	Получение эквивалентных схем технических объектов. Отражение структурных свойств объектов. Эквивалентные схемы механических поступательных подсистем, вращательных механических подсистем, гидравлических подсистем, электрических подсистем, тепловых подсистем. Типы связей между подсистемами. Сложные элементы механических систем.	2	-	40	42
4	Методы получения математических моделей технических систем на макроуровне	Получение топологических уравнений. Обобщенный метод получения математических моделей. Табличный метод получения математических моделей. Узловой метод и метод переменных состояния. Методы анализа повышенной эффективности.	2	-	54	56
5	Математические модели технических объектов при моделировании на метауровне	Математические модели систем массового обслуживания. Аналитические математические модели систем массового обслуживания. Сетевые имитационные модели. Имитационное моделирование систем массового обслуживания. Построение сети Петри. Анализ сетей Петри.	-	4	49	53
Итого			8	8	217	243

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Решение задач методом конечных разностей.
2. Решение краевых задач с использованием разностных схем в MathCAD.
3. Решение дифференциальных уравнений в частных производных в системе MathCAD.
4. Решение задач методом конечных элементов.
5. Решение дифференциальных уравнений методом конечных элементов в системе MathCAD
6. Изучение программных систем конечно-элементного анализа.
7. Структурный конечно-элементный анализ в NX.
8. Расчет напряженно-деформированного состояния в Solid Edge.
9. Симуляция кинематических механизмов в NX (модуль кинематики).
10. Получение эквивалентных схем технических объектов.
11. Получение компонентных уравнений.
12. Методы получения топологических уравнений.
13. Моделирование систем массового обслуживания с отказами.
14. Моделирование систем массового обслуживания с бесконечной очередью.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«неаттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Неаттестован
ПК-4	Знать: - постановки задач анализа на разных уровнях проектирования; - методы решения математических моделей	Лабораторные работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	объектов с распределенными и сосредоточенными параметрами, их достоинства и недостатки; -программно-методические комплексы анализа.			
	Уметь: - обосновывать выбор метода решения и разрабатывать алгоритмы применения выбранных методов моделирования; - получать математические модели конечных элементов.	Расчетно-графическая работа	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: навыками применения существующих программ анализа (САЕ - системы).	Лабораторные работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	Знать: - классификацию математических моделей; - методы решения математических моделей объектов с распределенными и сосредоточенными параметрами, их достоинства и недостатки; - методологию конечно-элементного анализа; - способы формирования математических моделей в различных базисах.	Лабораторные работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: - строить явные и неявные разностные схемы; - получать функции формы конечных элементов; - составлять эквивалентные схемы технических объектов.	расчетно-графическая работа, лабораторные работы,	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками оценки вычислительной сложности задач моделирования.	Лабораторные работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в бсеместре для очной формы обучения, 8 семестре для заочной формы обучения по четырех балльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характер изучаемые сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
-------------	----------------------------------------------------------------------	---------------------	---------	--------	--------	----------

	и					
ПК-4	Знать: - постановки задач анализа на разных уровнях проектирования; - методы решения математических моделей объектов с распределенными и сосредоточенными параметрами, их достоинства и недостатки; - программно-методические комплексы анализа.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь: - обосновывать выбор метода решения и разрабатывать алгоритмы применения выбранных методов моделирования; - получать математические модели конечных элементов.	Решение стандартных практически х задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: навыками применения существующих программ анализа (САЕ - системы).	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	Знать: - классификацию математических моделей; - методы решения математических моделей объектов с распределенными и сосредоточенными параметрами, их достоинства и недостатки; - методологию конечно-элементного анализа; - способы формирования математических моделей в различных базисах.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь: - строить явные и неявные разностные схемы; - получать функции формы конечных элементов; - составлять эквивалентные схемы	Решение стандартных практически х задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	технических объектов.			верный ответ во всех задачах		
	Владеть навыками оценки вычислительной сложности задач моделирования.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Математическую модель системы на макроуровне получают объединением следующих типов уравнений (2 варианта):

- а. геометрических;
 - б. топологических;
 - в. структурных;
 - г. компонентных.
2. Элементу типа С в механической поступательной системе соответствует
- а. масса;
 - б. трение;
 - в. упругость;
 - г. скорость.
3. Элементу типа С в гидравлической системе соответствует
- а. момент;
 - б. гидравлическая индуктивность;
 - в. гидравлическая емкость;
 - г. трение.
4. Элементу типа L в электрической системе соответствует
- а. сопротивление;
 - б. трение;
 - в. емкость;
 - г. индуктивность.
5. Элементу типа R в механической поступательной системе соответствует
- а. масса;
 - б. трение;
 - в. упругость;
 - г. сопротивление
6. Элементу типа R в электрической системе соответствует
- а. масса;
 - б. трение;
 - в. емкость;
 - г. сопротивление.
7. Фазовой переменной типа потенциала в тепловой системе является
- а. теплоемкость;
 - б. теплосопротивление;

- в. температура;
 - г. тепловой поток.
8. Фазовой переменной типа потока в механической поступательной системе является
- а. скорость;
 - б. сила;
 - в. момент;
 - г. упругость.
9. Фазовой переменной типа потока в механической вращательной системе является
- а. момент;
 - б. угловая скорость;
 - в. момент инерции;
 - г. вращательная гибкость.
10. ... — ребро графа, не вошедшее в дерево.
11. В ... методе получения математических моделей в вектор базисных координат включаются переменные типа U и I для всех ветвей схемы.
- а. обобщенном;
 - б. табличном;
 - в. символическом;
 - г. узловом.
12. В каком методе не требуется предварительная алгебраизация компонентных уравнений
- а. обобщенном;
 - б. табличном;
 - в. переменных состояния;
 - г. узловом.
13. В каком методе используют нормальное дерево графа эквивалентной схемы
- а. обобщенном;
 - б. табличном;
 - в. переменных состояния;
 - г. узловом.
14. В каком методе в фундаментальное дерево графа эквивалентной схемы включают фиктивные дуги.
- а. обобщенном;
 - б. табличном;
 - в. переменных состояния;
 - г. узловом.
15. Какого типа связи не существует между подсистемами различной физической природы
- а. трансформаторная;
 - б. гираторная;
 - в. через зависимые параметры элементов;
 - г. узловая.
16. При математическом моделировании систем массового обслуживания применяются модели следующих типов (2 варианта).
- а. имитационные;
 - б. алгоритмические;
 - в. функциональные;
 - г. аналитические.
17. Поведение технического объекта в теории автоматического управления описывается системой ...

- а. дифференциальных уравнений в частных производных;
- б. обыкновенных дифференциальных уравнений;
- в. линейных алгебраических уравнений;
- г. интегральных уравнений;

18. По способу представления свойств объекта математические модели подразделяются на

- а. аналитические, алгоритмические и имитационные;
- б. теоретические и эмпирические;
- в. полные и макромоделли;
- г. микроуровня, макроуровня и метауровня;
- д. структурные и функциональные.

19. По способу получения модели математические модели подразделяются на

- а. аналитические, алгоритмические и имитационные;
- б. теоретические и эмпирические;
- в. полные и макромоделли;
- г. структурные и функциональные;
- д. микроуровня, макроуровня и метауровня.

20. ... математическая модель представляет собой системы уравнений, связывающих фазовые переменные, внутренние, внешние и выходные параметры.

- а. структурные;
- б. функциональные;
- в. вероятностные;
- г. имитационные;
- д. алгоритмические;
- е. теоретические.

21. Граничные условия первого рода задают

- а. уравнение баланса потоков;
- б. значения производных по пространственным координатам от искомой функции;
- в. значения искомой функции.

22. ... математические модели подразделяются на топологические и геометрические.

- а. структурные;
- б. функциональные;
- в. вероятностные;
- г. имитационные;
- д. алгоритмические;
- е. теоретические.

23. ... замена непрерывных переменных конечным множеством их значений в заданных для исследования пространственном и временном интервалах.

- а. дифференцирование;
- б. алгебраизация;
- в. дискретизация;
- г. преобразование.

24. ... — замена производных алгебраическими соотношениями.

25. ... разностная схема — схема, в которой не происходит наращивания малых ошибок округления, допущенных на начальных стадиях решения.

- а. надежная;
- б. устойчивая;
- в. точная;
- г. сходящаяся;
- д. вычислимая.

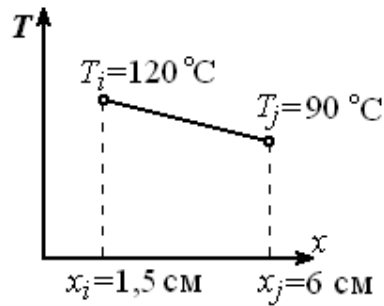
26. Конечный элемент, полином которого содержит константы, линейные члены и члены более высоких степеней, — это
- симплекс–элемент;
 - комплекс–элемент;
 - мультиплекс–элемент;
 - симпли–элемент.
27. Метод реализации МКЭ в САПР, в котором из матриц жесткости исключают нулевые элементы, строя их в сокращенной форме, называется ...
- сокращенным МКЭ;
 - методом сокращенной жесткости;
 - методом прямой жесткости;
 - модифицированным МКЭ;
 - экономичным МКЭ.
28. В ... варианте метода граничных элементов (МГЭ) неизвестные функции, входящие в интегральные уравнения, полностью выражаются через фундаментальное сингулярное решение.
- прямом;
 - полупрямом;
 - непрямом.
29. Автоматизированную подготовку топологической информации для метода конечных элементов осуществляет
- процессор;
 - решатель;
 - препроцессор;
 - постпроцессор;
 - пользовательская библиотека.
30. Основные методы получения приближенных моделей на микроуровне (2 метода):
- переменных состояния;
 - интегральных уравнений;
 - дифференциальных уравнений;
 - дифференцирования;
 - сеток;
 - Ньютона.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Разбейте четырехугольник на 24 элемента, используя пять узлов вдоль одной пары сторон и четыре узла вдоль другой пары. Пронумеруйте узлы так, чтобы получить минимальное значение величины N – максимальная по элементам величина наибольшей разности между номерами узлов в отдельном элементе.

2. Разбейте прямоугольный треугольник примерно на 60 элементов, предварительно выделив две треугольные и одну четырехугольную подобласти. Поместите наименьшие по размерам элементы вблизи прямого угла. Пронумеруйте узлы конечных элементов так, чтобы обеспечить минимальную ширину полосы в матрице коэффициентов результирующей системы уравнений.

3. Для аппроксимации распределения температуры в стрержне с помощью одномерного симплекс-элемента было установлено, что температура в узлах i и j равна 120 и 90 °С соответственно (рис). Определите температуру в точке на расстоянии 4 см от начала координат и градиент температуры внутри элемента. Узлы i и j расположены на расстоянии 1,5 и 6 см от начала координат.



4. Получить соотношение, определяющее элемент с вершинами в точках $(0;0)$, $(4;0,5)$, $(2;5)$, и вычислить значение давления в точке B с координатами $(2;1,5)$, если заданы узловые значения $P_i=50 \text{ Н/см}^2$, $P_j=32 \text{ Н/см}^2$, $P_k=48 \text{ Н/см}^2$.

5. Вычислите значения функций формы во внутренней точке A с координатами $x=2$, $y=2,5$ двухмерного симплекс-элемента при следующих значениях координат узлов: $x_i=1$; $y_i=2$; $x_j=4$; $y_j=1$; $x_k=3$; $y_k=4$. Определите значение температуры во внутренней точке A при следующих узловых значениях непрерывной функции T : $T_i=15^\circ\text{C}$; $T_j=20^\circ\text{C}$; $T_k=40^\circ\text{C}$.

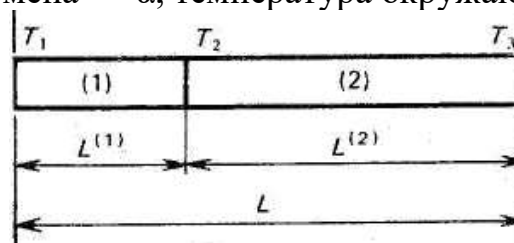
6. Даны координаты вершин тетраэдра: $(1,2,1)$, $(0,0,0)$, $(2,0,0)$, $(1,0,3)$. Определить функции формы трехмерного конечного элемента, используя процедуру обращения матрицы.

7. Имеется четырех канальная система массового обслуживания (СМО) с отказами. Определить вероятности состояний и показатели системы в установившемся режиме обслуживания: относительные и абсолютные пропускные способности системы, если поступает 3 вызова в час, а среднее время обслуживания одной заявки равно 2 условным единицам. Что будет, если количество вызова увеличить в 2 раза; количество линий обслуживания увеличить на единицу; время обслуживания увеличить на 1 единицу? Смоделировать описанную систему СМО и проанализировать показатели системы.

8. На вход трехканальной системы массового обслуживания (СМО) с бесконечной очередью поступает простейший поток заявок с плотностью 4 заявки в час. Среднее время обслуживания одной заявки равно $1/3$ часа. Определить вероятности загрузки каналов, вероятность наличия очереди. Что будет, если время обслуживания увеличится на 10 минут и составит $1/2$ часа; время обслуживания уменьшить до 15 минут; плотность заявок увеличится в 2 раза? Смоделировать описанную систему СМО и проанализировать показатели системы.

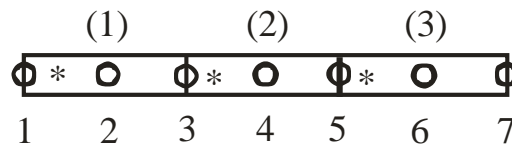
7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Запишите систему уравнений для определения узловых температур в одномерном однородном стержне длиной L с постоянной площадью сечения S . Конечно-элементная модель стержня приведена на рисунке. Левый конец стержня жестко закреплен, и к нему подводится тепловой поток заданной интенсивности q . Правый свободный конец стержня теплоизолирован, а вдоль боковой поверхности стержня происходит конвективный теплообмен. Коэффициент теплообмена — α , температура окружающей среды — T_* .



2. Составьте уравнения ансамбля конечных элементов для области, приведенной на рисунке ниже. Отправной узел для каждого элемента

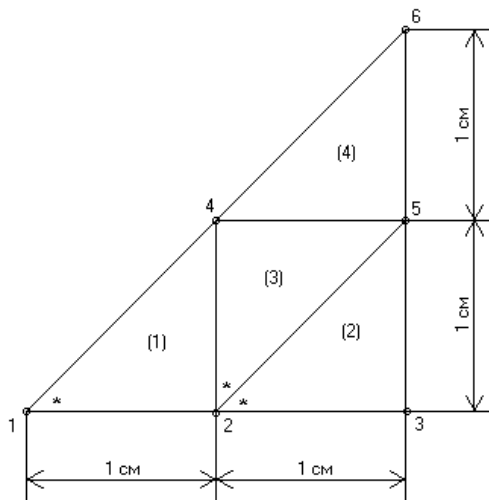
помечен звездочкой. В каждом узле определена одна степень свободы.



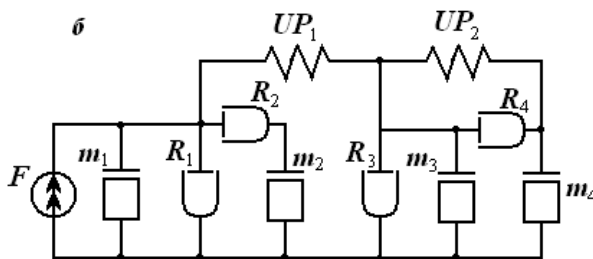
3. Вычислить матрицы жесткости

$$K^{(e)} = \int_{V^{(e)}} D^{(e)t} D^{(e)} dV^{(e)}$$

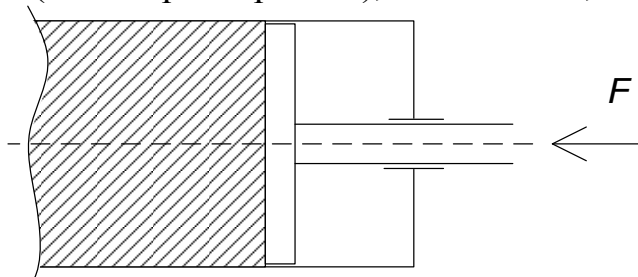
отдельных конечных элементов в задаче о кручении стержня. Координаты узлов элементов приведены на рисунке.



4. По эквивалентной системы построить граф, выделить фундаментальное дерево (остов) графа. Построить *M*-матрицу. Получить топологические уравнения системы.



5. Составить эквивалентную схему для гидромеханической системы (цилиндр с поршнем), где *F* – сила, действующая на поршень.



7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету
 Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Общие понятия математического моделирования процессов в машиностроении.
2. Классификация математических моделей.
3. Методы получения математических моделей.
4. Требования, предъявляемые к математическим моделям.
5. Методика получения математических моделей элементов.
6. Преобразования математических моделей в процессе получения рабочих программ анализа.
7. Методы получения математических моделей технических объектов на микроуровне. Постановка задачи анализа объектов с распределенными параметрами.
8. Краевые условия. Приближенные модели объектов на микроуровне.
9. Метод конечных разностей. Конечные разности для одномерного случая.
10. Метод конечных разностей. Построение сетки в двухмерной области.
11. Аппроксимация простейших дифференциальных операторов.
12. Постановка задачи распространения тепла в двухмерной области.
13. Метод взвешенных невязок.
14. Метод конечных элементов. Алгоритм метода.
15. Получение матрицы жесткости и вектора нагрузок конечного элемента в методе конечных элементов.
16. Метод конечных элементов. Выделение конечных элементов.
17. Метод конечных элементов. Определение аппроксимирующих функций элемента. Одномерный симплекс-элемент.
18. Метод конечных элементов. Определение аппроксимирующих функций элемента. Двумерный симплекс-элемент.
19. Метод конечных элементов. Объединение конечных элементов в ансамбль.
20. Метод конечных элементов. Минимизация функционала в задаче нахождения распределении температур в однородном стержне.
21. Метод конечных элементов. Минимизация функционала в задаче о кручении стержня.
22. Расчет упругого изгиба стержня методом конечных элементов.
23. Организация расчета по методу конечных элементов. Автоматическое построение сетки.
24. Обзор современных программных комплексов, реализующих метод конечных элементов.
25. Структура современных программных комплексов, реализующих метод конечных элементов.
26. Сравнение методов конечных элементов и конечных разностей.
27. Метод граничных элементов. Развитие методов граничных элементов.
28. Метод граничных элементов. Переход от исходного

дифференциального уравнения к интегральному.

29. Метод граничных элементов. Дискретизация границы рассматриваемой области.

30. Алгоритм метода граничных элементов.

31. Постановка задачи анализа объектов с сосредоточенными параметрами.

32. Фазовые переменные различных подсистем.

33. Аналогии компонентных и топологических уравнений в технических подсистемах.

34. Аналогии топологических уравнений для электрической и механической поступательной подсистем.

35. Аналогии топологических уравнений для электрической и механической вращательной подсистем.

36. Аналогии топологических уравнений для электрической и гидравлической подсистем.

37. Аналогии топологических уравнений для электрической и тепловой подсистем.

38. Аналогии компонентных уравнений для электрической и механической поступательной подсистем.

39. Аналогии компонентных уравнений для электрической и механической поступательной вращательной подсистем.

40. Аналогии компонентных уравнений для электрической и гидравлической подсистем.

41. Аналогии компонентных уравнений для электрической и тепловой подсистем.

42. Получение эквивалентных схем технических объектов.

43. Эквивалентные схемы однородных механических подсистем.

44. Эквивалентные схемы однородных электрических подсистем.

45. Эквивалентные схемы однородных гидравлических (пневматических) подсистем.

46. Типы связей между подсистемами различной физической природы.

47. Представление структуры в виде графов и эквивалентных схем.

48. Способы формирования математических моделей.

49. Получение топологических уравнений на основе матрицы контуров и сечений.

50. Сложные модели элементов технических объектов.

51. Метод получения топологических уравнений.

52. Обобщенный метод получения математических моделей систем на макроуровне.

53. Табличный метод получения математических моделей систем.

54. Узловой метод получения математических моделей систем.

55. Узловой модифицированный метод получения математических моделей систем.

56. Метод переменных, характеризующих состояние системы.

- 57. Методы анализа в частотной области.
- 58. Моделирование больших систем на основе методов диакоптики.
- 59. Аналитические математические модели систем массового обслуживания.
- 60. Сетевые имитационные модели.

7.2.6.Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Проверка качества подготовки студентов на экзаменах заканчивается выставлением отметок по принятой шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Оценка «отлично» - за глубокие и полные знания программного материала, понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений при ответе на экзамене; посещение учебных занятий; активная и творческая работа на семинарах, выполнение всех форм промежуточного контроля с положительной оценкой.

Оценка «хорошо» - за твёрдые и достаточно полные знания программного материала, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений; последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные дополнительные (наводящие) вопросы; посещение учебных занятий; активная и творческая работа на семинарах; выполнение всех форм промежуточного контроля с положительной оценкой.

Оценка «удовлетворительно» - за достаточный объем знаний и понимание основных вопросов программы; правильные и конкретные, без грубых ошибок ответы на наводящие вопросы; самостоятельное устранение неточностей и несущественных ошибок в освещении отдельных положений; посещение учебных занятий; выполнение всех форм промежуточного контроля с положительной оценкой («зачет»).

Оценка «неудовлетворительно» - за неправильный ответ хотя бы на один из основных вопросов, грубые ошибки в ответе, непонимание сущности излагаемых вопросов; неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; несистемное посещение занятий, отсутствие работы на семинарах, выполнение отдельных форм промежуточного контроля с отрицательной оценкой («незачет»).

7.2.7Паспорт оценочных материалов

№п/п	Контролируемые разделы(темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Математическое моделирование технических объектов	ПК-4, ПК-3	Тест, защита лабораторных
2	Математическое обеспечение анализа на	ПК-4, ПК-3	Тест, расчетно-графическая работа, защита лабораторных

	микроуровне		работ
3	Математическое моделирование технических объектов на макроуровне	ПК-4, ПК-3	Тест, расчетно-графическая работа, защита лабораторных работ
4	Методы получения математических моделей технических систем на макроуровне	ПК-4, ПК-3	Тест, защита лабораторных работ
5	Математические модели технических объектов при моделировании на метауровне	ПК-4, ПК-3	Тест, расчетно-графическая работа, защита лабораторных работ

7.3.Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 45 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 45 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Гончаров П.С., Артамонов И.А., Халипов Т.Ф., Денисихин С.В. NX Advanced Simulation. Инженерный анализ. 2012.
2. Гончаров П.С. NX для конструктора-машиностроителя. Учебное пособие. 2010.
3. Данилов Ю., Артамонов И. Практическое использование NX. 2011.
4. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. Учебник. 2006.
5. Килина А.А., Федорков Е.Д. Модели и методы анализа проектных решений. Учебное пособие. 2008.
6. Литовка Ю.В. Получение оптимальных проектных решений и их

анализ с использованием математических моделей [Электронный ресурс]: учебное пособие Литовка Ю.В.— Электрон. текстовые данные.— Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012.— 161 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64159.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7. Федорков Е.Д., Килина А.А. 533-2009 Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Модели и методы анализа проектных решений» для студентов специальности 230104 «Системы автоматизированного проектирования» очной формы обучения.

8. Килина А.А. 531-2009 Методические указания по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Модели и методы анализа проектных решений» для студентов специальности 230104 «Системы автоматизированного проектирования».

9. Собенина О.В. 301-2014 Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Модели и методы анализа проектных решений» для студентов направления подготовки бакалавров 230100 «Информатика и вычислительная техника» (профиль «Системы автоматизированного проектирования в машиностроении») очной и заочной форм обучения

8. 2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- Среда разработки приложений Visual Studio
- Microsoft Office Word 2013/2007
- Microsoft Office Excel 2013/2007
- Mathcad
- NX (Advanced Simulation)

Свободное программное обеспечение:

- Microsoft Visual Studio Community Edition
- OpenOffice
- MathCadExpress

Отечественное программное обеспечение:

- Яндекс.Браузер

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- Образовательный портал ВГТУ

- <https://docs.microsoft.com/>

Информационные справочные системы:

- <http://window.edu.ru/>
- <https://wiki.cchgeu.ru>

Современные профессиональные базы данных:

- eLIBRARY.RU
- База ГОСТ docplan.ru

.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Аудитория, оснащенная ПК, подключенными к локальной сети кафедры, интернет, проектор:

- 202 “Лаборатория компьютерного моделирования и дизайна”.
- 213 ”Учебный центр ВГТУ, академия Софтлайн, сетевой академии CISCO”.
- 215/2 “Лаборатория интеллектуальных систем проектирования”.

10.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Модели и методы анализа проектных решений» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

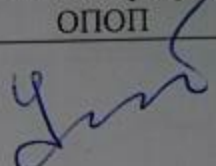
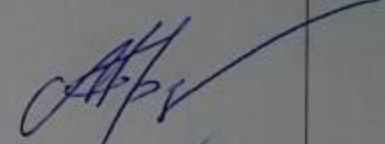
Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов

	<p>лекций;</p> <ul style="list-style-type: none">- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственного за реализацию программы ОПОП
1	<p>Актуализация на основании Приказов Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26.11.2020 г. №1456 «о внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования - бакалавриат по направлениям подготовки»</p>	31.08.2021	 
2	<p>Актуализация раздела 8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины. Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем.</p>	31.08.2022	