

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
« 31 » 08 2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Магистерская программа: Энергообеспечение предприятий. Теплообменные процессы и установки.

Уровень высшего образования: магистратура

Нормативный срок обучения: 2 года

Форма обучения: очная

Смоленск – 2015 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 13.04.01 теплоэнергетика и тепло-техника посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенции:

ОПК-1- Выпускник должен обладать «способностью формировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки.»

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные этапы математического моделирования (ОПК-1);
- методы оценки погрешностей, возникающих в процессе математического моделирования и их классификацию (ОПК-1);
- примеры математических моделей используемых в теплоэнергетике и критерии их практического применения (ОПК-1).

Уметь:

- пользоваться знаниями, полученными в процессе изучения дисциплины для формулирования условий задачи, решаемой методами математического моделирования и составления алгоритма ее решения, применительно к техническим проблемам, возникающих в процессе функционирования объектов теплоэнергетики (ОПК-1);
- оценивать критерии практической применимости математических моделей (ОПК-1).

Владеть:

- навыками построения математических моделей и осуществления с их помощью расчетов технических характеристик теплоэнергетических объектов (ОПК-1).

ОПК-2 -Выпускник должен обладать способностью «применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы.»

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- области применения математического моделирования в теплоэнергетике на современном этапе (ОПК-2);
- способы оформления и представления результатов расчетов с использованием математических моделей (ОПК-2).

Уметь:

- формулировать условия задач для целей математического моделирования, формулировать граничные условия задач математического моделирования, выполнять расчеты с использованием математических моделей на современной компьютерной технике, интерпретировать и представлять результаты расчетов с использованием математических моделей в виде отчетов и научных публикаций (ОПК-2).

Владеть:

- современными методами построения и практической реализации с использованием компьютерной техники математических моделей (ОПК-2).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части дисциплин Б1.Б.4 цикла Б1 образовательной программы подготовки магистров по магистерской программе «Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки», направления «Теплоэнергетика и теплотехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» дисциплина «Математическое моделирование» является начальной в траектории формирования компетенций ОПК-1, ОПК-2.

Приобретенные в результате изучения дисциплины «Математическое моделирование» знания, умения и навыки являются неотъемлемой частью формируемых у выпускника компетенций в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» и будут использованы при изучении дисциплин:

Б1.В.ОД.3 «Математическое моделирование и алгоритмизация задач теплоэнергетики»;

Б1.В.ДВ.5.1 «Моделирование систем теплоснабжения»;

Знания, полученные в результате освоения данной дисциплины необходимы при написании магистерской диссертации.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	базовая	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Б.4	
Часов (всего) по учебному плану:	72	2 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	2	2 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	-	2 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	1, 36	2 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	-	2 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1, 36	2 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	-	2 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	-
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.25, 9

Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	-
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	0.25,9
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	0.25,9
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	0.25,9
Всего:	1, 36
Подготовка к экзамену	-

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебной занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тема 1. Основы математического моделирования.	8	-	4	-	4	2
2	Тема 2. Моделирование теплопроводности твердых тел.	16	-	8	-	8	4
3	Тема 3. Топологические модели.	16	-	8	-	8	4
4	Тема 4. Матричное представление графов.	12	-	6	-	6	4
5	Тема 5. Математические модели описывающие производство и потребление тепловой энергии.	12	-	6	-	6	4
6	Тема 6. Статистическое моделирование.	8	-	4	-	4	2
всего 72 часа по видам учебных занятий			-	36	-	36	20

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Основы математического моделирования.

Практическое занятие 1. Значение математического моделирования. Этапы математического моделирования. Алгоритм численного решения задачи на компьютере. (2 часа).

Самостоятельная работа 1. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия.

Практическое занятие 2. Погрешности возникающие при математическом моделировании и их классификация. Оценка погрешностей математического моделирования. (2 часа).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия.

Тема 2. Моделирование теплопроводности твердых тел.

Практическое занятие 3. Моделирование процессов описываемых уравнением теплопроводности. Начальные и граничные условия. Алгоритм решения задачи. (2 часа).

Самостоятельная работа 3. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия.

Практическое занятие 4. Одномерная задача теплопроводности для неоднородного стержня. Начальные и граничные условия. Алгоритм решения задачи. (2 часа).

Самостоятельная работа 4. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия

Практическое занятие 5. Нестационарная задача теплопроводности в неоднородном стержне. Начальные и граничные условия. Алгоритм решения задачи. (2 часа).

Самостоятельная работа 5. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия

Практическое занятие 6. Нестационарная задача теплопроводности в однородном сечении цилиндрической формы. Начальные и граничные условия. Алгоритм решения задачи. (2 часа).

Самостоятельная работа 6. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия

Тема 3. Топологические модели.

Практическое занятие 7. Основы теории графов. Понятия и определения. Численные характеристики графов. (2 часа).

Самостоятельная работа 7. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия

Практическое занятие 8. Классификация графов. Построение потоковых параметрических графов, материальных параметрических графов, тепловых параметрических графов. (2 часа).

Самостоятельная работа 8. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия

Практическое занятие 9. Информационные и сигнальные графы. Использование информационных и сигнальных графов для целей математического моделирования. Эквивалентные преобразования графов. (2 часа).

Самостоятельная работа 9. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия

Практическое занятие 10. Построение модели функционирования теплоэнергетической установки с использованием различных видов графов. (2 часа).

Самостоятельная работа 10. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия

Тема 4. Матричное представление графов.

Практическое занятие 11. Матричное представление графов. Алгоритм построения матрицы видов связей, матрицы соединений и матрицы смежности. Использование матриц для целей математического моделирования. (2 часа).

Самостоятельная работа 11. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия

Практическое занятие 12. Алгоритм построения матриц изоморфности, достижимостей и контрдостижимостей. (2 часа).

Самостоятельная работа 12. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия

Практическое занятие 13. Понятие контура. Алгоритм построения матриц контуров на дугах и контуров на вершинах. (2 часа).

Самостоятельная работа 13. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия

Тема 5. Математические модели, описывающие производство и потребление тепловой энергии.

Практическое занятие 14. Модель оптимального распределения нагрузок между энергоблоками ТЭС. Начальные и граничные условия задачи. Алгоритм решения задачи. (2 часа).

Самостоятельная работа 14. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия

Практическое занятие 15. Задача распределения нагрузок между энергоблоками ТЭС при использовании различных видов топлива. Начальные и граничные условия задачи. Алгоритм решения задачи. (2 часа).

Самостоятельная работа 15. Подготовка к практическому занятию. Подборка материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия.

Практическое занятие 16. Модель потокораспределения в гидравлических сетях. Начальные и граничные условия задачи. Алгоритм решения задачи. (2 часа).

Самостоятельная работа 16. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия.

Тема 6. Статистическое моделирование.

Практическое занятие 17. Основы статистического моделирования. Алгоритм решения задач методом статистического моделирования. Моделирование случайных величин. (2 часа).

Самостоятельная работа 17. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия.

Практическое занятие 18. Комбинаторные задачи при моделировании производства и распределении тепловой энергии. Венгерский метод. Алгоритм реализующий венгерский метод при математическом моделировании. (2 часа).

Самостоятельная работа 18. Подготовка к практическому занятию. Подбор материала и выполнение расчетного задания. (2 часа).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия.

Практические занятия (в количестве 20 часов) проводятся в интерактивной форме (На 3-ем, 4-ом, 5-ом и 6-ом, а также 13-ом, 14-ом, 15-ом и 16-ом практических занятиях проводится анализ решения задач на альтернативной основе. Предварительно группа студентов разбивается на две части. Первая группы получают задание сформулировать условия задачи и предложить алгоритм ее реализации в соответствии с тематикой практического занятия. Вторая группа выступает в качестве экспертов оценивающих результаты работы первой группы. Для этого они должны разбираться в сущности решаемой задачи и обладать способностью оперативно анализировать результаты, представленные их товарищами. Они должны согласиться или нет со своими оппонентами, и если возможно, предложить свое решение рассматриваемой задачи, обосновав причины его оптимальности. На каждом последующем занятии группы меняются местами.)

Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет

Изучение дисциплины заканчивается зачетом. Зачет проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны: методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям и выполнению расчетного задания. (см. Приложение 1),

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1, ОПК-2.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе устного опроса на практических занятиях, проведения диспутов и выполнения реферата, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях и успешной сдачи зачета.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Формирование компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трех-уровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик формирования компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень формирования каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки формирования в рамках данной дисциплины компетенции ОПК-1 «способность формировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в расчетных заданиях студента. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- основных этапов математического моделирования;
- методов оценки погрешностей, возникающих в процессе математического моделирования и их классификации;
- примеров математических моделей используемых в теплоэнергетике и критерии их практического применения.

умения:

- пользоваться знаниями, полученными в процессе изучения дисциплины для формулирования условий задачи, решаемой методами математического моделирования и составления алгоритма ее решения, применительно к техническим проблемам, возникающих в процессе функционирования объектов теплоэнергетики;
- оценивать критерии практической применимости математических моделей.

присутствия **навыка:**

построения математических моделей и осуществления с их помощью расчетов технических характеристик теплоэнергетических объектов

Для оценки формирования в рамках данной дисциплины компетенции ОПК-2 «способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в расчетных заданиях студента. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знание** обучающимися:

- области применения математического моделирования в теплоэнергетике на современном этапе;
- способов оформления и представления результатов расчетов с использованием математических моделей

умения:

- формулировать условия задач для целей математического моделирования, формулировать граничные условия задач математического моделирования, выполнять расчеты с использованием математических моделей на современной компьютерной технике, интерпретировать и представлять результаты расчетов с использованием математических моделей в виде отчетов и научных публикаций.

присутствие навыка:

- владения современными методами построения и практической реализации с использованием компьютерной техники математических моделей.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции ОПК-1 «способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и представлять критерии оценки», ОПК-2 «способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы» в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе проведения каждого практического занятия.

Способность формулировать при устном ответе условия рассматриваемой математической модели, построить и обосновать алгоритм рассматриваемой модели и предложить вариант ее реализации на одном из языков программирования - соответствует пороговому уровню формирования компетенции на данном этапе ее формирования; в дополнение к пороговому самостоятельно анализировать результаты использования математических моделей для решения задач рассматриваемых в рамках курса «Математическое моделирование», интерпретировать результаты расчетов с использованием математических моделей применительно к техническим и технологическим процессам в теплоэнергетике – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способен самостоятельно оценить критерии применимости конкретных математических моделей и оптимизировать алгоритмы задач, рассматриваемых в рамках курса «Математическое моделирование», а также оптимизировать программы их реализации, с использованием различных языков программирования – соответствует эталонному уровню.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции ОПК-1 «способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и представлять критерии оценки», ОПК-2 «способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы» в результате выполнения расчетного задания.

Способность самостоятельно подобрать литературу для выполнения расчетного задания, правильно оформить результаты решаемой задачи, соответствующей теме расчетного задания и в логичной и законченной форме представить результаты решения задачи - соответствует пороговому уровню формирования компетенции на данном этапе ее формирования; в дополнении к пороговому уровню - показать в работе способность к самостоятельному анализу математической составляющей и технической проблематики в рамках варианта расчетного задания – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому уровню – способен предложить и обосновать альтернативные варианты решения задачи в рамках, расчетного задания с целью выбора оптимального варианта – соответствует эталонному уровню.

Формирование уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является зачет с оценкой оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Зачет по дисциплине «математическое моделирование» проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему на основные и дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все основные и дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на большинство теоретических основных и дополнительных вопросов и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Неудовлетворительно выставляется также, если студент: после начала зачета отказался его сдавать или нарушил правила сдачи зачета (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В зачетную книжку студента и выписку к диплому выносится оценка зачета по дисциплине за 2 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закреплёнными за дисциплиной

(примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам)

Перечень вопросов рассматриваемых на практических занятиях содержится в методических указаниях по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе и выполнению расчетного задания по дисциплине «Математическое моделирование.» (Приложение 1).

Методические рекомендации по выполнению и оформлению расчетного задания содержатся в методических указаниях по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе и выполнению расчетного задания по дисциплине «Математическое моделирование.» (Приложение 1). Расчетное задание предполагает, формулирование, составление алгоритма, и программы реализации на одном из языков программирования, задач функционирования теплоэнергетических предприятий.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к зачету).

1. Этапы математического моделирования.
2. Алгоритм численного решения задачи на компьютере.
3. Классификация погрешностей математического моделирования.
4. Уравнение теплопроводности. Граничные условия.
5. Нестационарная задача теплопроводности для неоднородного стержня.
6. Нестационарная задача теплопроводности в неоднородной пластине.
7. Нестационарная задача теплопроводности в однородном сечении цилиндрической формы.
8. Основы теории графов. Графаналитическое моделирование.
9. Числовые характеристики графов.
10. Поточные параметрические графы. Примеры построения.
11. Материальные параметрические графы. Примеры построения.
12. Тепловые параметрические графы. Примеры построения..
13. Информационные и сигнальные графы.
14. Эквивалентные преобразования сигнальных графов.
15. Матрицы видов связей и смежности. Примеры построения.
16. Матрицы достижимости и контрдостижимости.
17. Матрицы контуров на дугах и вершинах. Примеры построения.
18. Модель распределения нагрузок между энергоблоками ТЭС.
19. Задача распределения нагрузок при использовании различных видов топлив на станции.
20. Задача оптимизации энергетического баланса предприятия.
21. Задачи статистического моделирования. Моделирование случайных величин.

22. Комбинаторные задачи при моделировании процессов производства и распределения тепловой энергии. Венгерский метод.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в методических указаниях по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе и выполнению расчетного задания по дисциплине «Математическое моделирование.» (Приложение 1). В них содержатся методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям, самостоятельной работе студента и выполнению расчетного задания.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 192 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=4862 — Загл. с экрана.
2. Семенов Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс]: учебное пособие. Электрон. дан. СПб.: Лань, 2013 - 394 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=5107 - Загл. с экрана.

б) дополнительная литература

1. Барботько А.И., Гладышкин А.О. Основы теории математического моделирования: Учебное пособие./ А.И. Барботько, А.О. Гладышкин. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 212 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

1. Базы данных НЭЛБУК - <http://www.nelbook.ru/>
2. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает практические занятия каждую учебную неделю. Изучение курса завершается зачетом.

Успешное изучение курса требует активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Практические (семинарские) занятия составляют важную часть профессиональной подго-

товки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание *практических (семинарских) занятий* фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы;

закрепляют знания, полученные в процессе самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на вопросы, выносимые на рассмотрение для данного занятия или в соответствии с полученным заданием.

В ходе проведения практического (семинарского) занятия преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов, в соответствии с тематикой занятия и индивидуальным или групповым заданием, полученном студентами на предыдущем занятии, для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия. (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы) По результатам опроса и участия студента в обсуждении вопросов рассматриваемых на практическом занятии выставляется оценка за него.

При подготовке к **зачету** в дополнение к изучению учебных пособий необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке нужно изучить теорию вопросов выносимых на зачет и уметь представить все связанные с ними практические аспекты, рассмотренные на практических (семинарских) занятиях, а также владеть практическими навыками, приобретенными в ходе занятий.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении **практических** занятий предусматривается использование *систем* мультимедиа и информационного ресурса интернет.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук), рабочие места студентов оснащены индивидуальными компьютерами.

Д.т.н., профессор

В.Н. Денисов

Зав. кафедрой к. т.н., доцент

В.А. Михайлов

Программа одобрена на заседании кафедры ПТЭ от 28 августа 2015 года, протокол № 1 .