

**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
« 16 » 11 20 15 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ И ТЕПЛОТЕХНИКИ

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

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 13.03.01 теплоэнергетика и теплотехника 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 осуществить поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий»

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- теоретические основы использования компьютера, как средства решения задач с использованием численных методов (ОПК-1);
- основные технические проблемы, возникающие в процессе использования компьютера, как средства хранения и переработки информации (ОПК-1).

Уметь:

- пользоваться знаниями, полученными в процессе изучения дисциплины для решения технических проблем, возникающих в процессе использования компьютера, как средства хранения и переработки информации (ОПК-1).
- использовать компьютер для реализации алгоритмов решения задач с применением численных методов (ОПК-1).

Владеть:

- методами, способами и средствами переработки и хранения информации с использованием компьютера и сетевых технологий (ОПК-1).
- основными языками программирования и современными средствами компьютерной графики (ОПК-1).

ОПК-2- Выпускник должен обладать «способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих при профессиональной деятельности, применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального моделирования, теоретического и экспериментального исследования »

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

- естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности в области теплоэнергетики и теплотехники (ОПК-2);
- физико-математический аппарат, описывающий естественнонаучную сущность процессов в области теплоэнергетики и теплотехники (ОПК-2).

Уметь:

- использовать численные методы для моделирования естественнонаучных процессов в области теплоэнергетики и теплотехники (ОПК-2);
- оценивать погрешности, возникающие при использовании физико-математического аппарата для моделирования естественнонаучных процессов в области теплоэнергетики и теплотехники (ОПК-2).

Владеть:

- практическими навыками применения численных методов для моделирования естественнонаучных процессов в области теплоэнергетики и теплотехники (ОПК-2);
- практическими навыками применения законов естествознания при моделировании естественнонаучных процессов в области теплоэнергетики и теплотехники и теплотехнологий (ОПК-2).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части цикла Б1 дисциплин по выбору, программы подготовки бакалавров по бакалаврской программе «Энергообеспечение предприятий», направления «Теплоэнергетика и теплотехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» дисциплина «Численные методы моделирования процессов теплоэнергетики и теплотехники» базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.Б.5 «Математика»;
- Б1.Б.13 «Техническая термодинамика»;
- Б1.Б.6 «Физика»;
- Б1.В.ДВ.2.1 «Физические измерения и обработка их результатов»;
- Б1.В.ДВ.2.2 «Теория теплопроводности»;
- Б1.Б.9 «Информационные технологии»;
- Б1.Б.10 «Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика»;
- Б1.Б.8 «Химия»;
- Б1.Б.11 «Материаловедение. Технология конструкционных материалов»;
- Б1.Б.16 «Гидрогазодинамика»;
- Б1.В.ОД.3 «Математика 2»;
- Б1.В.ОД.4 «Теоретическая механика»;
- Б1. В.ОД.5 «Введение в теплоэнергетику»;
- Б1.В.ОД.8 «Физика 2».

Приобретенные в результате изучения дисциплины «Численные методы моделирования процессов теплоэнергетики и теплотехники» 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.12 «Источники и системы теплоснабжения. Часть 1: Источники производства тепла»;

Б1.В.ОД.13 «Источники и системы теплоснабжения. Часть 2: Системы теплоснабжения потребителей тепла;

Б1.Б.14 «Тепломассообмен»;

Б1.В.ОД.9 «Котельные установки и парогенераторы»;

Б1.В.ОД.15 «Электроснабжение предприятий и электропривод»;

Б1.В.ДВ.4.1 «Физико-химические основы подготовки воды и топлива»;

Б1.В.ДВ.4.2 «Водохимический баланс систем очистки источников теплоты»;

Б1.В.ДВ.5.1 «Основы трансформации тепла»;

Б1.В.ДВ.5.2 «Системы хладоснабжения объектов теплоэнергетики»;

Б1.В.ДВ.7.1 «Теплогенерирующие установки промышленных предприятий»;

Б1.В.ДВ.7.2 «Утилизация высокотемпературных вторичных энергоресурсов промышленных предприятий».

Знания, полученные в результате освоения данной дисциплины необходимы при выполнении научно-исследовательской работы, написании выпускной бакалаврской работы и дальнейшего обучения по программе магистратуры.

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:	Вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ДВ.3.1	
Часов (всего) по учебному плану:	72	4 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	2	4 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0,5,18	4 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	-	4 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	0,5,18	4 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1, 36	4 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	-	-

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	0.125, 4,5
Подготовка к практическим занятиям (пз)	-
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0,5, 18
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	-
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	0.125, 4,5
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. Основные этапы численного моделирования.	4	2	-	-	2	1
2	Тема 2. Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений.	4	2	-	-	2	1
3	Тема 3. Численные методы решения линейных уравнений и систем линейных уравнений.	30	4	-	12	14	4
4	Тема 4. Численные методы решения систем нелинейных уравнений.	18	4	-	6	8	3
5	Тема 5. Методы приближения функций.	10	4	-	-	6	2
6	Тема 6. Применение численных методов для моделирования теплоэнергетических и теплотехнических процессов.	6	2	-	-	4	1
всего 72 часа по видам учебных занятий			18	-	18	36	12

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Основные этапы численного моделирования.

Лекция 1. Математическое и физическое моделирование. Сравнительная характеристика и основные этапы математического и физического моделирования. Численные методы и их значение при математическом моделировании. Погрешности, возникающие при численном моделировании. Вычисление погрешностей расчетов по методу границ. Вероятностные и эмпирические методы оценки ошибок вычислений. (2 часа).

Самостоятельная работа 1. Проработка лекционного материала. Подготовка к зачетному занятию. (2 часа).

Текущий контроль – устная беседа со студентами в процессе лекции.

Тема 2. Численные методы решения алгебраических и трансцендентных уравнений.

Лекция 2. Отделение корней алгебраических и трансцендентных уравнений. Алгоритм решения задачи отделения корней уравнения. Уточнение корня уравнения методом половинного деления. (2 часа).

Самостоятельная работа 2. Проработка лекционного материала. Подготовка к зачетному занятию. (2 часа).

Текущий контроль – устная беседа со студентами в процессе лекции.

Тема 3. Численные методы решения линейных уравнений и систем линейных уравнений.

Лекция 3. Метрические пространства и принцип сжимающих отображений. Алгоритм решения линейного уравнения методом простой итерации. Скорость сходимости итерационного процесса. (2 часа).

Лекция 4. Методы решения линейных уравнений: метод хорд; метод касательных. Погрешности численных методов при решении линейных уравнений. (2 часа).

Лекция 5. Метод простой итерации для решения уравнения $F(x)=x$. Алгоритм решения системы линейных уравнений методом простой итерации. Метод Зейделя. (2 часа).

Лабораторная работа 1. Аппроксимация характеристики нагнетательной установки по методу наименьших квадратов. (6 часов).

Лабораторная работа 2. Расчет на ЭВМ характеристики сети насосной установки. (6 часов).

Самостоятельная работа 3. Проработка лекционного материала. Подготовка к зачетному занятию. Оформление и подготовка к защите лабораторных работ. (14 часов).

Текущий контроль – устный опрос при допуске к лабораторным работам и их защите.

Тема 4. Численные методы решения систем нелинейных уравнений.

Лекция 6. Алгоритм метода простой итерации при решении системы нелинейных уравнений. Применение метода Ньютона при решении системы нелинейных уравнений. Оценка погрешностей, возникающих при решении систем нелинейных уравнений. (2 часа).

Лабораторная работа 3. Определение рабочей точки насосной установки. (6 часов).

Самостоятельная работа 4. Проработка лекционного материала. Подготовка к зачетному занятию. Оформление и подготовка к защите лабораторных работ. (8 часов).

Текущий контроль – устный опрос при проведении практического занятия. Оценка результатов выступления студентов во время проведения диспута.

Тема 5. Методы приближения функций.

Лекция 7. Постановка задачи аппроксимации функции. Существование и единственность интерполяционного многочлена. Интерполяционный многочлен Лагранжа. (2 часа).

Лекция 8. Построение таблицы конечных разностей. Первая и вторая интерполяционные формулы Ньютона. Постановка задачи обратного интерполирования функции. (2 часа).

Самостоятельная работа 5. Проработка лекционного материала. Подготовка к зачетному занятию. (6 часа).

Текущий контроль – устный опрос при допуске к лабораторным работам и их защите.

Тема 6. Применение численных методов для моделирования теплоэнергетических и теплотехнических процессов.

Лекция 9. Естественнонаучные процессы, лежащие в основе явлений и процессов, применяемых при создании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и в теплотехнологиях. Использование численных методов при моделировании этих процессов и явлений. Применение численных методов для решения стационарных и нестационарных задач теплопроводности. (2 часа).

Самостоятельная работа 6. Проработка лекционного материала. Подготовка к зачетному занятию. (4 часа).

Текущий контроль – устная беседа со студентами в процессе лекции.

Лекционные и лабораторные занятия (в количестве 12 часов) проводятся в интерактивной форме (В начале каждого лекционного занятия преподаватель формулирует для студентов 2-3 вопроса ответы на которые он хотел бы обсудить с ними в конце занятия на основе материала прочитанного в ходе лекции. За 10 минут до окончания занятия преподаватель возвращается к этим вопросам и обсуждает их с участием студентов. В процессе лабораторных занятий происходит групповое обсуждение результатов расчетов в бригадах выполняющих работы с участием преподавателя.)

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 лабораторным работам по дисциплине «Численные методы моделирования процессов в теплоэнергетике и теплотехнике».

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 (лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе выполнения и защиты лабораторных работ 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 трехуровневой 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 осуществить поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в лабораторных работах. Ответы студента на вопросы во время сдачи зачета.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- теоретических основ использования компьютера, как средства решения задач с использованием численных методов;
- основных технических проблем, возникающих в процессе использования компьютера, как средства хранения и переработки информации.

умения:

- использовать информационные и сетевые технологии для решения технических задач в области теплоэнергетики и теплотехники с использованием численных методов;
- использовать средства компьютерной графики в своей предметной области.

присутствие **навыка:**

- использования методов, способов и средств переработки и хранения информации с использованием компьютера.

Для оценки формирования в рамках данной дисциплины компетенции ОПК-2 «способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявить естественно-научную сущность проблем, возникающих при профессиональной деятельности, применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального моделирования, теоретического и экспериментального исследования» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в лабораторных работах. Ответы студента на вопросы во время сдачи зачета.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности в области теплоэнергетики и теплотехники;
- физико-математического аппарата, описывающего естественнонаучную сущность процессов в области теплоэнергетики и теплотехники.

умения:

- использовать численные методы для моделирования естественнонаучных процессов в области теплоэнергетики и теплотехники;
- оценивать погрешности, возникающие при использовании физико-математического аппарата для моделирования естественнонаучных процессов в области теплоэнергетики и теплотехники.

присутствие **навыка:**

- применения численных методов для моделирования естественнонаучных процессов в области теплоэнергетики и теплотехники;
- применения законов естествознания при моделировании естественнонаучных процессов в области теплоэнергетики и теплотехники.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции в результате выполнения и защиты лабораторных работ.

Критерии оценивания уровня формирования компетенции ОПК-1 «способность осуществить поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий», ОПК-2 «способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявить естественно-научную сущность проблем, возникающих при профессиональной деятельности, применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального моделирования, теоретического и экспериментального исследования» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество в результате выполнения и защиты лабораторных работ.

Оценивается в процессе проведения каждого лабораторного занятия подготовка студента к выполнению лабораторной работы (знание целей лабораторной работы, наличие описания задачи и модели используемых в данной работе, алгоритма решения задачи, обладание теоретическими знаниями, необходимыми для выполнения работы), а также знания и навыки приобретенные в процессе выполнения работы при ее защите (результаты расчетов, качество оформления протокола, теоретические знания студентов в результате ответов на контрольные вопросы приведенные в методических указаниях).

Способность сформулировать условия решаемой задачи, составить алгоритм ее решения, знание теоретических основ и наличие навыков практического применения численных методов при моделировании теплоэнергетических и теплотехнических явлений и процессов, умение правильно и качественно оформить результаты лабораторной работы - соответствует пороговому уровню формирования компетенции на данном этапе ее формирования; в дополнение к пороговому самостоятельно анализировать результаты решения поставленной задачи, оценивать эффективность использования численных методов при моделировании теплоэнергетических и теплотехнических процессов и явлений – соответствует продвинутому уровню; в дополнении к продвинутому способен самостоятельно выполнить и обосновать выбор численного метода при моделировании естественнонаучных явлений, лежащих в основе теплоэнергетических и теплотехнических процессов, внести коррективы в модель, ведущие к ее оптимизации – 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 «Численные методы моделирования процессов в теплоэнергетике и теплотехнике» 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 ос-

новную 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 выносятся оценка зачета по дисциплине за 4 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

Перечень вопросов рассматриваемых на лабораторных занятиях содержится в методических указаниях к лабораторным работам по дисциплине «Численные методы моделирования процессов в теплоэнергетике и теплотехнике.»

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

1. Основные этапы компьютерного математического моделирования.
2. Вычисление погрешностей расчетов по методу границ.
3. Вероятностные и эмпирические методы оценки ошибок вычислений.
4. Отделение корней алгебраических и трансцендентных уравнений.
5. Алгоритм решения задачи отделения корней уравнения.
6. Уточнение корня уравнения методом половинного деления.
7. Метрические пространства и принцип сжимающих отображений.
8. Метод простой итерации.
9. Пример уточнения корня уравнения методом простой итерации.

10. Алгоритм решения уравнения методом простой итерации.
11. Скорость сходимости итерационного процесса.
12. Метод касательных.
13. Метод хорд.
14. Метод Гаусса.
15. Метод прогонки.
16. Метод простой итерации для уравнения $F(x)=x$.
17. Схема решения системы линейных уравнений методом простой итерации.
18. Метод Зейделя.
19. Метод простой итерации при решении системы нелинейных уравнений.
20. Метод Ньютона.
21. Постановка задачи аппроксимации функции.
22. Существование и единственность интерполяционного многочлена.
23. Интерполяционный многочлен Лагранжа.
24. Интерполяционные формулы Ньютона.
25. Обратное интерполирование.
26. Применение численных методов для решения нестационарных задач теплопроводности.

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 к лабораторным работам по дисциплине «Численные методы моделирования процессов в теплоэнергетике и теплотехнике». В них содержатся методические рекомендации по подготовке к лабораторным занятиям, приведены описания лабораторных работ и контрольные вопросы к их защите.

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

а) основная литература

1. Гоц А.Н. Численные методы расчета в энергомашиностроении: Учебное пособие./ Гоц А.Н. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 351 с.
2. Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 203 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=378 — Загл. с экрана.
3. Новиков Г.Ю. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Численные методы моделирования процессов в теплоэнергетике и теплотехнике». / Г.Ю. Новиков, В.А. Галковский – Смоленск: РИО филиала МЭИ в г. Смоленск, 2015. – 20 с.

б) дополнительная литература

1. Бахвалов Н.С. Численные методы в задачах и решениях. / Н.С.Бахвалов. – М.: Высшая школа, 2000. – 252 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 лекции каждую вторую учебную неделю и лабораторные занятия каждую четвертую учебную неделю. Изучение курса завершается зачетом.

Успешное изучение курса требует активной работы студента, а также выполнения и защиты всех лабораторных работ на лабораторных занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия РПД (ПП) и включают:

заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

цель работы;

предмет и содержание работы;

оборудование, технические средства, инструмент;

порядок (последовательность) выполнения работы;

правила техники безопасности и охраны труда по данной работе (по необходимости);

общие правила оформления работы;

контрольные вопросы и задания;

список литературы (по необходимости).

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных расчетов, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **зачету** в дополнение к изучению конспекта лекций 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 **лабораторных** занятий предусматривается использование персональных компьютеров и информационного ресурса интернет.

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

Лабораторные занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, в которой рабочие места студентов оснащены индивидуальными компьютерами.

К.т.н., доцент

Зав. кафедрой к. т.н., доцент

Г.Ю. Новиков

В.А. Михайлов

Программа одобрена на заседании кафедры ПТЭ от 16 ноября 2015, протокол № 4.