

Программа дисциплины для
студентов



Форма
Ф СО 7.18.3/37

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова

Энергетический факультет

Кафедра теплоэнергетики

ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Syllabus)

дисциплина «Моделирование процессов и установок в энергетике и
теплотехнологии»
для магистрантов специальности 6M071700 «Теплоэнергетика»

Павлодар

Лист утверждения
к программе дисциплины
для студентов



Форма
Ф СО 7.18.3/38

УТВЕРЖДАЮ

Декан ЭФ

_____ А.П. Кислов
« ____ » _____ 20__ г.

Составитель: ст.преподаватель, магистр _____ Азаматова Д.А.

Кафедра теплоэнергетики

ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Syllabus)

дисциплина «Моделирование процессов и установок в энергетике и
теплотехнологии»

для магистрантов специальности 6М071700 «Теплоэнергетика»

Программа разработана на основании рабочей учебной программы,
утвержденной « ____ » _____ 20__ г.

Рекомендовано на заседании кафедры “ ____ ” _____ 20__ г.
Протокол № _____

Заведующий кафедрой _____ Глазырин С.А.

Одобрено учебно-методическим советом энергетического факультета
« ____ » _____ 20__ г. Протокол № ____

Председатель УМС _____ Кабдуалиева М.М.
« ____ » _____ 20__ г.

1 Сведения о преподавателях и контактная информация:

Азаматова Дана Айболатовна, старший преподаватель, магистр кафедры «Теплоэнергетика» (лекции, практические занятия).

Время пребывания на кафедре: ежедневно, кабинет 311а, т.673626.

2 Данные о дисциплине: «Моделирование процессов и установок в энергетике и теплотехнологии» является дисциплиной по выбору для магистрантов - теплоэнергетиков. Изучает принципы и методы математического моделирования теплоэнергетических процессов и установок.

3 Трудоемкость дисциплины

| Семестр | Количество кредитов | Количество контактных часов по видам аудиторных занятий | | | | | | Количество часов самостоятельной работы студента | | Формы контроля |
|---------|---------------------|---|--------|--------------|--------------|-----------|----------------|--|------|----------------|
| | | всего | лекции | практические | лабораторные | студийные | индивидуальные | всего | СРСП | |
| 1 | 3 | 255 | 45 | 15 | | | | 180 | | экзамен |
| Всего | | | | | | | | | | |

4 Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины:

формирование у студентов знаний, умения и навыков применения навыков моделирования и оптимизации теплотехнологических установок и систем промышленных предприятий, изучение возможностей улучшения технико-экономических показателей теплоэнергетических установок тепловых электростанций.

Задачи дисциплины:

- овладение студентами методами и приемами аналогового, физического и математического моделирования;
- выработка навыков и умения: математического моделирования процессов, аппаратов и систем теплотехнологии; проведения вычислительного эксперимента; использования вычислительной

техники и компьютерных технологий для исследования и отбора оптимальных вариантов установок и систем теплотехнологии.

5 Требования к знаниям, умениям и навыкам

В результате изучения данной дисциплины студенты должны иметь представление:

- о методах интерполяции функций;
- о численных методах интегрирования, решения трансцендентных уравнений, систем алгебраических уравнений, обыкновенных дифференциальных уравнений;

- о методах решения задач оптимизации;

знать:

- численные методы решения задач стационарной и нестационарной теплопроводности, конвективного теплообмена;

- способы алгоритмизации и программирования, хранения, обработки и представления информации;

- методику моделирования энергетических объектов и оборудования.

уметь:

- использовать текстовые и графические редакторы, мультимедийные средства и компьютерную сеть;

- использовать готовые пакеты прикладных программ для выполнения теплоэнергетических расчетов;

- использовать и разрабатывать информационно-справочные системы и базы данных для обеспечения моделирования, теплоэнергетических объектов;

- использовать автоматизированные экзаменационно - обучающие компьютерные системы для самообучения и самоконтроля.

- использовать языки высокого уровня для составления программ расчета.

- выбрать эффективный численный метод для решения конкретной задачи, оценить его точность и надежность;

- создавать математические модели энергетических объектов и оборудования и реализовывать полученные модели в программном виде на ЭВМ.

приобрести практические навыки:

- моделирования теплоэнергетических процессов и установок.

6 Пререквизиты

Для освоения данной дисциплины необходимы знания, умения, навыки приобретенные при изучении следующих дисциплин: «Математика» «Информатика», «Физика», «Химия», «Материаловедение», «Техническая термодинамика», «Механика жидкости и газа», «Тепломассообмен», «Принципы работы, конструкция и тепловой расчет котельных агрегатов», «Теория и конструкция нагнетателей и тепловых двигателей».

7 Постреквизиты

Знания, умения и навыки, полученные студентами, используются при изучении дисциплины необходимы для освоения следующих дисциплин: «Конструирование и САПР в теплоэнергетике» и «Методы моделирования и оптимизации теплотехнологических установок и систем», выполнении научно-исследовательских и инженерных работ.

8 Тематический план дисциплины

| № | НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМЫ | КОЛИЧЕСТВО КОНТАКТНЫХ ЧАСОВ ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ | | | |
|----|---|--|-------|------|--------------|
| | | Лек. | Практ | Лаб. | СРС/ СРСР |
| 1 | Введение | 1 | | | |
| 2 | Математическое моделирование и численные методы | 2 | | | |
| 3 | Теплотехнические справочно-информационные системы и банки данных | 2 | | | |
| 4 | Источник энергоснабжения промышленных предприятий (ИЭПП) и принципы его математического моделирования | 4 | 3 | | 20 |
| 5 | Мат. модель функционирования ИЭПП | 4 | 2 | | 20 |
| 6 | Мат. модели паровых и водогрейных котлов | 4 | 4 | | 20 |
| 7 | Мат. модели паровых турбин | 4 | 2 | | 20 |
| 8 | Мат. модели воздушных компрессоров | 2 | | | 20 |
| 9 | Мат. модель теплофикационной установки | 2 | 2 | | 20 |
| 10 | Мат. модели установок подготовки воды | 2 | 2 | | 20 |
| 11 | Экономико-математическая модель | 2 | | | 20 |

| | | | | | |
|----|---|-----------|-----------|----------|------------|
| 12 | Использование автоматизированных систем в теплоэнергетике | 2 | | | 20 |
| | Итого по дисциплине | 30 | 15 | 0 | 180 |

9 Компоненты курса

«Моделирование процессов и установок в энергетике и теплотехнологии» является дисциплиной по выбору для магистрантов - теплоэнергетиков. Изучает принципы и методы математического моделирования теплоэнергетических процессов и установок.

Тема 1 Введение

Цель, объем и содержание курса «Моделирование процессов и установок в энергетике и теплотехнологии». Основные задачи курса и место в подготовке инженера - теплоэнергетика. Основные понятия современных информационных технологий. Общая характеристика теплотехнических и теплоэнергетических расчетов. Перспективы развития ЭВМ и ПЭВМ и методы расчета различных элементов теплоэнергетического оборудования.

Тема 2 Математическое моделирование и численные методы

Постановка задачи математического моделирования в теплотехнике и теплоэнергетике. Схема процесса моделирования. Классификация математических моделей. Интерполирование, аппроксимация кривыми при решении задач приближения функций и расчета теплотехнических таблиц. Компьютерная реализация теплового расчета котельного агрегата. Численное интегрирование (метод прямоугольника, трапеций, парабол, метод Гаусса) при расчете площади поверхности нагрева теплообменного аппарата.

Численные методы и их компьютерная реализация при решении задач теплоэнергетики. Использование системы символьной математики Math CAD для решения систем дифференциальных уравнений.

Задачи оптимизации в теплоэнергетике и теплотехнике. Методы решения задач оптимизации. Классификация и применение методов для решения задач оптимизации в теплоэнергетике и теплотехнике.

Тема 3 Теплотехнические справочно-информационные системы и банки данных

Автоматизированные системы данных и термодинамических свойств веществ. Комплексы прикладных программ для моделирования процессов гидродинамики, тепло - и массопереноса. Автоматизированные системы для моделирования теплоэнергетического оборудования.

Тема 4 Источник энергоснабжения промышленных предприятий (ИЭПП) и принципы его мат. моделирования

Источник энергоснабжения промышленного предприятия. Энергетический комплекс промышленного предприятия. Принципы математического моделирования ИЭПП.

Тема 5 Мат. модель функционирования ИЭПП.

Математическая модель функционирования ИЭПП. Расчетная схема ИЭПП.

Тема 6 Мат. модели паровых и водогрейных котлов.

Математические модели паровых и водогрейных котлов. Универсальная мат. модель котла.

Тема 7 Мат. модели паровых турбин.

Математические модели паровых турбин. Универсальная математическая модель паровой турбины.

Тема 8 Мат. модели воздушных компрессоров.

Универсальная мат. модель компрессора.

Тема 9 Мат. модель теплофикационной установки.

Математическая модель теплофикационной установки. Расчет тепловой нагрузки подогревателей сетевой воды: основного и пикового.

Тема 10 Мат. модели установок подготовки воды.

Математические модели установок подготовки воды. Производство и подогрев питательной воды

Тема 11 Экономико-математическая модель.

Экономико-математическая модель. Себестоимость отпускаемой продукции.

Тема 12 Использование автоматизированных систем в теплоэнергетике.

Область применения и структура автоматизированной системы. Процесс проектирования ИЭПП в автоматизированной системе. Анализ вариантов состава оборудования.

9.1 Содержание практических занятий

Тема 4 Источник энергоснабжения промышленных предприятий (ИЭПП) и принципы его мат. моделирования.

Построение системы задач оптимизации источника энергоснабжения промышленного предприятия.

Тема 5 Мат. модель функционирования ИЭПП.

Создание структуры расчета режима функционирования источника энергоснабжения.

Тема 6 Мат. модели паровых и водогрейных котлов.

Создание алгоритма расчета и анализа потерь теплоты.

Тема 7 Мат. модели паровых турбин.

Построение моделей рабочих характеристик паровых турбин.

Тема 9 Мат. модель теплофикационной установки.

Создание алгоритма построения температурного графика теплофикационной установки.

Тема 10 Мат. модели установок подготовки воды.

Создание алгоритма расчета подогрева питательной воды.

9.2 Содержание самостоятельной работы магистрантов

Перечень видов СРС

| № | Вид СРС | Форма отчетности | Вид контроля | Объем в часах |
|--------|--|----------------------------|--------------------|---------------|
| 1 | Подготовка к лекционным занятиям | | Участие на занятии | 54 |
| 2 | Подготовка вопросов СРМ | Готовые ответы по заданиям | Допуск к СРМ | 12 |
| 3 | Подготовка к практическим занятиям | Рабочая тетрадь, программа | Участие на занятии | 12 |
| 4 | Подготовка семестровых заданий | Отчеты | Защита СЗ | 12 |
| 5 | Изучение материала, не вошедшего в содержание аудиторных занятий | Реферат, конспект | Защита реферата | 68 |
| 6 | Подготовка к контрольным мероприятиям | | РК 1, РК 2, | 22 |
| Всего: | | | | 180 |

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение

Тема 4 Источник энергоснабжения промышленных предприятий (ИЭПП) и принципы его мат. моделирования.

Источник энергоснабжения как объект теплосилового хозяйства промышленного предприятия. Классификация и состав оборудования источников энергоснабжения. Иерархия математических моделей. Адекватность моделей.

Рекомендуемая литература: [3], 77-125 стр.

Тема 5 Мат. модель функционирования ИЭПП

Структура расчета режима функционирования ИЭПП. Балансы воды, электроэнергии, теплоты и топлива. Показатели эффективности функционирования ИЭПП.

Рекомендуемая литература: [2], 5-26 стр.

Тема 6 Мат. модели паровых и водогрейных котлов

Расчет и анализ потерь тепла. Построение рабочих мат. моделей котлов. Нормативные характеристики котлов.

Рекомендуемая литература: [5], 130-152 стр.

Тема 7 Мат. модели паровых турбин

Построение рабочих математических моделей паровых турбин.

Рекомендуемая литература: [5], 28-38 стр, 91-96 стр.

Тема 8 Мат. модели воздушных компрессоров

Математические модели воздушных компрессоров. Построение энергетической характеристики компрессора. Энергетическая характеристика компрессора.

Рекомендуемая литература: [5], 401-555 стр.

Тема 9 Мат. модель теплофикационной установки

Расчет тепловой нагрузки подогревателей сетевой воды: основного и пикового.

Рекомендуемая литература: [5], 137-148 стр.

Тема 10 Мат. модели установок подготовки воды

Оборотный цикл охлаждающей воды.

Рекомендуемая литература: [5], 148-156 стр.

Тема 11 Экономико - математическая модель

Приведенные затраты, прибыль и рентабельность. Приведенный расход топлива по эксергии – нетто.

Рекомендуемая литература: [5], 156-172 стр.

Тема 12 Использование автоматизированных систем в теплоэнергетике

Область применения и структура автоматизированной системы. Процесс проектирования ИЭПП в автоматизированной системе. Анализ вариантов состава оборудования.

Рекомендуемая литература: [5], 189-211 стр.

10 Политика курса

Каждый студент должен посещать все виды занятий, активно участвовать в обсуждениях и работе группы. Я прошу Вас не опаздывать на занятия, так как это мешает нормальной работе Ваших

однокурсников. Любые нарушения правил поведения на занятиях будут наказываться, вплоть до удаления из аудитории.

За пропуски занятий я устанавливаю следующие штрафные санкции:

- за отсутствию на лекции или практическом занятии без уважительной причины – 0 баллов;

- за опоздание на занятие – минус 2 балла.

За пропуск практического занятия предлагается решить дополнительную задачу.

Методика расчета итогового рейтинга по дисциплине

Итоговый контроль по дисциплине в соответствии с рабочим учебным планом состоит из экзамена. Ученым советом университета установлены следующие весовые доли по видам итогового контроля и текущей успеваемости, представленные в таблице 2.

Таблица 2- Весовые доли по видам итогового контроля и текущей успеваемости

| Вид итогового контроля | Виды контроля | Весовые доли |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| Экзамен | Экзамен | 0,4 |
| | Контроль текущей успеваемости | 0,6 |

Итоговый рейтинг по дисциплине в баллах определяется по формуле:

$$И = РД \cdot ВД_{рд} + ИК \cdot ВД_{ик},$$

где РД – рейтинг допуск, т. е. баллы, набранные по итогам первого и второго рейтинга,

ИК – соответственно баллы, набранные на экзамене, определяемые по 100-бальной шкале;

$ВД_{рд}$, $ВД_{ик}$ – весовые доли текущей успеваемости в течение семестра и видов итогового контроля в итоговом рейтинге по дисциплине.

$$Э\ddot{A} = ((E1 + E2) * 0,7) / 2$$

$$P1(2) = TУ1(2) * 0,7 + PK1(2) * 0,3$$

где P1 – баллы, набранные по итогам первого рейтинга,

TУ – итоговые оценки текущей успеваемости,

PK – баллы, набранные во время рубежного контроля.

Итоговый рейтинг по дисциплине в баллах (И), в соответствии со шкалой оценки знаний обучающихся, переводится в цифровой эквивалент, буквенную и традиционную оценку и вносится в «Журнал учебных достижений обучающихся» и «Рейтинговую ведомость».

Если обучающийся получил на экзамене оценку F, то его итоговый рейтинг по дисциплине не определяется, а в ведомости заносится оценка «неудовлетворительно».

Суммарный балл по итогам текущей успеваемости за каждую половину семестра (первый и второй рейтинг), складывается из баллов, набранных за подготовку к занятиям, активную работу в группе и участие в контрольных мероприятиях на занятиях, своевременность и качество выполнения и защиты лабораторных и самостоятельных работ, рубежный контроль и посещаемость занятий.

Таблица 3- Шкала оценки знаний обучающихся

| Итоговая оценка в баллах (И) | Цифровой эквивалент баллов (Ц) | Оценка в буквенной системе | Оценка по традиционной системе | |
|------------------------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|------------|
| | | | Экзамен, дифзачет | Зачет |
| 95-100 | 4 | A | Отлично | Зачтено |
| 90-94 | 3,67 | A- | | |
| 85-86 | 3,33 | B+ | Хорошо | |
| 80-84 | 3,0 | B | | |
| 75-79 | 2,67 | B- | Удовлетворительно | |
| 70-74 | 2,33 | C+ | | |
| 65-69 | 2,0 | C- | | |
| 60-64 | 1,67 | D+ | | |
| 55-59 | 1,33 | D | | |
| 50-54 | 1,0 | L | | |
| 0-49 | 0 | F | Неудовлетворительно | Не зачтено |

10 Список литературы

Основная:

1 Л.А. Марюшин. Методы математического моделирования в теплоэнергетических процессах. Курс лекций для студентов специальности 140104 «Промышленная теплоэнергетика». – М.: Московский государственный индустриальный университет, 2010. – 114 с.

1 А.А. Самарский. Математическое моделирование: Иден. Методы. Примеры/ Самарский А.А., Пихайлов А.П. – Изд. 2-е, испр. – М.: Физмат – лит, 2002. – 320 с.

2 Моделирование систем. Динамические и гибридные системы [текст] : учеб. Пособие для вузов по спец. «Системный анализ и

управление» / Колесов Ю.Б., Сениченков Ю.Б. – СПб.: БХВ – Петербург, 2006. -224 с.

3 Васильков Ю.В. Компьютерные технологии вычислений в математическом моделировании: учеб. Пособие для вузов / Васильков Ю.В., Василькова Н.Н. - М.: Финансы и статистика, 2002.- 255 с.

Дополнительная:

4 Солодов А.П. Элементарные модели теплообмена при конденсации. Учебное пособие по курсам «Тепломассообмен», «Тепломассообмен в энергетическом оборудовании АЭС» / Солодов А.П., Ежов Е.В. – М.: Издательство МЭИ, 2006. – 52 с.

5 Хакимзянов Г.С. Численное моделирование течений жидкости с поверхностными волнами / Хакимзянов Г.С., Шокин Ю.И. и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 383 с.

6 Жеребьятев И.Ф. Математическое моделирование процессов тепло- и массообмена с подвижными границами / Жеребьятев И.Ф., Лукьянов А.Т. – Алма-Ата: Гылым, 1992. -264 с.

7 Зайцев А.И. и др. Математическое моделирование источников энергоснабжения промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1991-152 с.

8 Пасконов В.М., Полежаев В.И., Чудов Л.А. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена. - М.: Наука, 1984.- 288с.

9 Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. -М.: Энергоатомиздат, 1984.- 152 с.

10 Зарубин В.О. Инженерные методы решения задач теплопроводности. М.Энергия, 1975-200 с.

**Календарный график контрольных мероприятий
по выполнению и сдаче заданий на СРС для магистрантов очной
формы обучения специальности 6М071700 «Теплоэнергетика»**

| 1 рейтинг (4 семестр) | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|-------------------------|---------|---------|---------|---------|----|--------|----|--------------|--------------|
| Недели | | Макс. балл за 1 занятие | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Всего | |
| Максимальный балл | | | 25 | 30 | | 30 | | 15 | | 100 | |
| Посещение и подготовка к лекциям | Вид СРС/форма отчётн. | | ДЗЛ 1,2 | ДЗЛ 3,4 | ДЗЛ 5,6 | ДЗЛ 7,8 | 42 | | | | |
| | Форма контроля | | У | У | У | У | | | | | |
| | Макс.балл | 3 | 12 | 12 | 12 | 6 | | | | | |
| Посещение и подготовка к практич. занятиям | Вид СРС/форма отчётн. | | ДЗП 1,2 | ДЗП 3,4 | ДЗП 5,6 | ДЗП 7,8 | 28 | | | | |
| | Форма контроля | | У | У | У | У | | | | | |
| | Макс.балл | 4 | 8 | 8 | 8 | 4 | | | | | |
| Самостоятельное изучение материала | Вид СРС/форма отчётн. | | | ДЗ СИ1 | | ДЗ СИ2 | | ДЗ СИ3 | 15 | | |
| | Форма контроля | | | К | | К | | К | | | |
| | Макс.балл | | | 5 | | 5 | | 5 | | | |
| Контроль знаний по темам дисциплины | Вид СРС/форма отчётн. | | | | ПД | | ПД | | ПД | 15 | |
| | Форма контроля | | | | Т1 | | Т2 | | Т3 | | |
| | Макс.балл | | | | 5 | | 5 | | 5 | | |
| 2 рейтинг (4 семестр) | | | | | | | | | | | |
| Недели | | Макс. балл за 1 занятие | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Всего |
| Максимальный балл за неделю | | | 25 | 25 | | 25 | | 25 | | 100 | |
| Посещение и подготовка к лекциям | Вид СРС/форма отчётн. | | ДЗЛ 1,2 | ДЗЛ 3,4 | ДЗЛ 5,6 | ДЗЛ 7,8 | 48 | | | | |
| | Форма контроля | | У | У | У | У | | | | | |
| | Макс.балл | 3 | 12 | 12 | 12 | 12 | | | | | |
| Посещение и подготовка к практич. занятиям | Вид СРС/форма отчётн. | | ДЗП 1,2 | ДЗП 3,4 | ДЗП 5,6 | ДЗП 7,8 | 32 | | | | |
| | Форма контроля | | У | У | У | У | | | | | |
| | Макс.балл | 4 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | | | |
| Самостоятельное изучение материала | Вид СРС/форма отчётн. | | | ДЗ СИ1 | | | | ДЗ СИ2 | 10 | | |
| | Форма контроля | | | К | | | К | | | | |
| | Макс.балл | | | 5 | | | 5 | | | | |
| Контроль знаний по темам дисциплины | Вид СРС/форма отчётн. | | | | ПД | | | | ПД | 10 | |
| | Форма контроля | | | | Т1 | | | Т2 | | | |
| | Макс.балл | | | | 5 | | | 5 | | | |

Заведующий кафедрой _____ Глазырин С.А. «__» _____ 20__ г.

