

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
	<b>Итого по дисциплине</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>180</b>

## **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:				<b>180</b>

### 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

<b>Вид итогового контроля</b>	<b>Виды контроля</b>	<b>Весовые доли</b>
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»**

<b>1 рейтинг (4 семестр)</b>											
Недели		Макс. балл за 1 занятие	1	2	3	4	5	6	7	<b>Всего</b>	
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		
<b>2 рейтинг (4 семестр)</b>											
Недели		Макс. балл за 1 занятие	1	2	3	4	5	6	7	8	<b>Всего</b>
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.

