



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор-директор  
\_\_\_\_\_ О.Ю. Долматов  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
СЗ.Б.1.1. ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ АТОМНЫХ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ, КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ  
УПРАВЛЕНИЯ**

**СПЕЦИАЛЬНОСТЬ ООП 140801 – Электроника и автоматика физических  
установок  
СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ Системы автоматизации физических установок и их  
элементы**

**КВАЛИФИКАЦИЯ (СТЕПЕНЬ) специалист  
БАЗОВЫЙ УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРИЕМА 2012 г.**

**КУРС 4 СЕМЕСТР 8**

**КОЛИЧЕСТВО КРЕДИТОВ 6**

**ПРЕРЕКВИЗИТЫ С2.Б6, С3.Б6, С3.Б7, С3.Б18, С3.Б19, С3.Б20**

**КОРЕКВИЗИТЫ**

**ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВРЕМЕННОЙ РЕСУРС:**

ЛЕКЦИИ	<b>40</b>	<b>часов</b>
ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	<b>56</b>	<b>часов</b>
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ	<b>96</b>	<b>часа</b>
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА	<b>64</b>	<b>часа</b>
ИТОГО	<b>160</b>	<b>часа</b>
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ	<u>очная</u>	

**ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ экзамен  
ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ кафедра Электроники и  
автоматики физических установок**

**ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ \_\_\_\_\_ Ливенцов С.Н.  
РУКОВОДИТЕЛЬ ООП \_\_\_\_\_ Ливенцов С.Н.  
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ \_\_\_\_\_ Горюнов А.Г.**

2012 г.



## 1. Цели освоения дисциплины

В результате освоения данной дисциплины специалист приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей Ц1, Ц2 и Ц3 основной образовательной программы «Электроника и автоматика физических установок».

Целью данного курса является приобретение знаний о процессах и оборудовании атомных электростанциях, принципах компоновки, эксплуатационных характеристиках, физических принципах функционирования и математического описания как объектов управления.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Процессы и оборудование атомных электростанций, как технологические объекты управления» относится к базовым дисциплинам специализации «Системы автоматизации физических установок и их элементы» (С3.Б.1.1) основной образовательной программы по специальности 140801 «Электроника и автоматика физических установок».

Дисциплина опирается на материал следующих дисциплин, читаемых студентам физико-технического института:

- Математическое моделирование (С2.Б6);
- Атомная физика (С3.Б6);
- Уравнения математической физики (С3.Б7);
- Дозиметрия и защита от излучений (С3.Б18);
- Ядерная физика. Физические установки (С3.Б19);
- Ядерные реакторы (С3.Б20).

Изучение дисциплины «Процессы и оборудование производств ядерного топливного цикла, как технологические объекты управления» необходимо для освоения следующих учебных дисциплин:

- Автоматизированные системы управления ядерными энергетическими установками (С3.Б.1.2);
- Методы контроля технологических переменных ядерных энергетических установок (С3.Б.1.3).



### 3. Результаты освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен/будет:

*знать:*

- знать основы протекающих процессов в ядерных энергетических установках, аппаратах производств ядерного топливного цикла (3.9.18);
- основные энергетические циклы и принципиальные схемы паротурбинных и газотурбинных ядерных энергетических установок (3.8.9);
- основное оборудование и принципы его компоновки; эксплуатационные характеристики и показатели надежности оборудования (3.10.17);
- физические принципы функционирования основного оборудования ядерных энергетических установок (3.9.12);
- математическое описание основного оборудования и процессов ядерных энергетических установок как технологических объектов управления (3.8.10);
- методы теоретических и экспериментальных исследований (3.15.8);
- основные этапы проектирования, ввода в опытную и промышленную эксплуатацию сложных систем (3.15.10).

*уметь:*

- применять знания о протекающих процессах в ядерных энергетических установках для проектирования, наладки, испытаний и эксплуатации АСУ ТП и АСНИ;
- составлять нормодинамический цикл, диаграмму, рабочую кривую процесса, протекающего в контуре или конкретном энергооборудовании ядерных энергетических установок;
- применять технические средства и информационные технологии при разработке, внедрении и эксплуатации ядерных энергетических установок и аппаратов ядерного топливного цикла;
- разрабатывать математическое описание процессов протекающих в ядерных энергетических установках;
- разрабатывать математическое обеспечение автоматизированных систем управления ядерными энергетическими установками;
- применять полученные знания к решению конкретных задач, проводить физический эксперимент с привлечением методов математической статистики и информационных технологий;
- разрабатывать планы и программы научно-исследовательских, технологических и пуско-наладочных работ.



*владеть (методами приемами)*

- методами анализа технологического оборудования ядерных энергетических установок как объектов управления;
- методами математического моделирования систем управления и защиты ядерных энергетических установок;
- основными методами теоретического и экспериментального исследования, методами поиска и обработки информации, методами решения задач с привлечением полученных знаний;
- основными подходами и методами организации проведения теоретических и экспериментальных исследований.

В процессе освоения дисциплины у студентов приобретаются знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы:

Р8	Применять знания о процессах в ядерных энергетических и физических установках, и о технологических процессах ядерного топливного цикла используя методы математического моделирования отдельных стадий и всего процесса для разработки АСУ ТП и АСНИ с применением пакетов автоматизированного проектирования и исследований.
Р9	Использовать знания о протекающих процессах в ядерных энергетических установках, аппаратах производств ядерного топливного цикла, теории и практики АСУ ТП, при проектировании, настройке, наладке, испытаниях и эксплуатации физико-химических установок, современного оборудования, приборов, информационного, организационного, математического и программного обеспечения в области электроники и автоматики физических установок, включая разработку программ испытаний и обработку результатов исследований
Р10	Использовать технические средства и информационные технологии, проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных расчетов установок и приборов, расчет, концептуальную и проектную проработку программно-технических средств АСУ ТП и АСНИ, применять методы оптимизации, анализа вариантов, поиска решения многокритериальных задач с учетом неопределенностей объекта управления, разрабатывать способы применения программно-технических средств АСУ ТП и АСНИ, решать инженерно-физические и экономические задачи, применяя знания теории и практики АСУ, включающее математическое, информационное и техническое обеспечения, для проектирования, испытания, внедрения и эксплуатации АСУ ТП и АСНИ.
Р15	Демонстрировать способность к осуществлению и анализу научно-исследовательских, технологических и пуско-наладочных работ, разработке планов и программ их проведения, включая ядерно-физические эксперименты, выбору методов и средств решения новых задач с применением современных электронных устройств, представлению результатов исследований и формулированию практических рекомендаций их использования в формах отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений



В процессе освоения дисциплины у студентов развиваются следующие компетенции:

*1. Универсальные (общекультурные) –*

– способность владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения, умением анализировать логику рассуждений и высказываний (ОК-6);

– способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-7).

*2. Профессиональные –*

– способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (ПК-5);

– способностью использовать технические средства для измерения основных параметров объектов исследования, к подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций (ПК-11);

– готовностью к расчету и проектированию программно-технических средств АСУ ТП и АСНИ в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования (ПК-20);

– способность провести расчет, концептуальную и проектную проработку программно-технических средств АСУ ТП и АСНИ (ПК-25);

– способностью к наладке, настройке, регулировке и опытной проверке оборудования и/или программных средств (ПК-33).

*3. профессионально-специализированные –*

– способность применять знания о протекающих процессах в ядерных энергетических установках для понимания целей и задач АСУ (ПСК-1.1);

– знанием общей структуры управления АЭС с целью понимания своей личной роли (ПСК-1.3);

– способностью применять знания теории и практики АСУ, включающие математическое, информационное, алгоритмическое и техническое обеспечения для проектирования этих систем в соответствии с заданными требованиями и условиями (ПСК-1.6);



## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Содержание разделов дисциплины:

*Раздел 1. Введение. Схемы и состав оборудования АЭС.  
Парогенератор – 10 часов.*

*Лекции:*

- 1.1. Введение. Схемы и состав оборудования АЭС (часть 1).
- 1.2. Схемы и состав оборудования АЭС (часть 2).
- 1.3. Одноконтурные схемы АЭС.
- 1.4. Основные двух- и трехконтурные схемы АЭС.
- 1.5. Парогенератор.
- 1.6. Основные схемы парогенераторов.

*Лабораторная работа 1 (4 часа)*

*Тема: Математическое моделирование массообменных процессов.*

*Раздел 2. Турбогенераторная часть. Насосное оборудование.  
Арматура АЭС – 10 часов.*

*Лекции:*

- 2.1. Турбоустановка.
- 2.2. Вспомогательные системы: паропроводы, конденсация пара, регенерация пара.
- 2.3. Турбогенератор.
- 2.4. Насосное оборудование АЭС (часть 1).
- 2.5. Насосное оборудование АЭС (часть 2).
- 2.6. Арматура АЭС.

*Лабораторная работа 2 (4 часов)*

*Тема: Математическое моделирование теплообменных процессов.*

*Раздел 3. Динамические характеристики и математические модели участков при регулировании расхода, давления, уровня, концентрации – 8 часов.*

*Лекции:*

- 3.1. Динамические характеристики участка при регулировании давления (расхода) несжимаемой жидкости.
- 3.2. Динамические характеристики участка при регулировании давления (расхода) сжимаемой среды.
- 3.3. Аналитические модели участка при регулировании уровня среды в емкости.
- 3.4. Аналитические модели участка при регулировании концентрации вещества



*Лабораторная работа 3 (6 часов)*

*Тема:* Математическое моделирование участка при регулировании давления (расхода) несжимаемой жидкости.

*Лабораторная работа 4 (6 часов)*

*Тема:* Математическое моделирование участка при регулировании давления (расхода) сжимаемой среды.

*Лабораторная работа 5 (4 часов)*

*Тема:* Математическое моделирование участка при регулировании уровня среды в емкости.

*Лабораторная работа 6 (6 часов)*

*Тема:* Математическое моделирование участка при регулировании концентрации вещества.

*Раздел 4. Динамические характеристики и математические модели теплообменников, компенсаторов давления, турбогенератора – 12 часов.*

*Лекции:*

4.1. Математические модели участка смешения жидкостей по температуре смеси.

4.2. Математические модели теплообменников.

4.3. Математическая модель деаратора по давлению.

4.4. Математическая модель компенсатора давления.

4.5. Математическая модель турбогенератора.

4.6. Моделирование участка расхода твердых дисперсных материалов

*Лабораторная работа 7 (4 часов).*

*Тема:* Математическое моделирование участка смешения жидкостей по температуре смеси.

*Лабораторная работа 8 (4 часов).*

*Тема:* Математическое моделирование теплообменников.

*Лабораторная работа 9 (6 часов).*

*Тема:* Математическое моделирование деаратора по давлению.

*Лабораторная работа 10 (4 часов).*

*Тема:* Математическое моделирование компенсатора давления.

*Лабораторная работа 11 (4 часов).*

*Тема:* Математическое моделирование турбогенератора.

*Лабораторная работа 12 (4 час).*

*Тема:* Математическое моделирование участка расхода твердых дисперсных материалов.



**4.2 Структура дисциплины «Процессы и оборудование атомных электростанций, как технологические объекты управления» по разделам, формам организации и контроля обучения приводиться в таблице 1.**

Таблица 1

*Структура дисциплины по разделам и формам организации обучения*

№	Название раздела/темы	Аудиторная работа (час)		СРС (час)	Итого	Формы текущего контроля и аттестации
		Лекции	Лаб. зан.			
1.	Введение. Схемы и состав оборудования АЭС. Парогенератор.	10	4	4	18	Отчет по лабораторной работе
2.	Турбогенераторная часть. Насосное оборудование. Арматура АЭС.	10	4	4	18	Отчет по лабораторной работе
3.	Динамические характеристики и математические модели участков при регулировании расхода, давления, уровня, концентрации	8	22	26	56	Отчет по лабораторной работе
4.	Динамические характеристики и математические модели теплообменников, компенсаторов давления, турбогенератора	12	26	30	68	Отчет по лабораторной работе
5.	Итоговая текущая аттестация					Экзамен
	<b>Итого</b>	<b>40</b>	<b>56</b>	<b>64</b>	<b>160</b>	

При сдаче отчетов и письменных работ проводится устное собеседование.



**4.3 Распределение компетенций по разделам дисциплины приводиться в таблице 2.**

Таблица 2

*Распределение по разделам дисциплины планируемых результатов обучения*

№	Формируемые компетенции	Разделы дисциплины			
		1	2	3	4
1.	З.8.9	+	+		
2.	З.8.10			+	+
3.	З.9.12	+	+		
4.	З.9.18			+	+
5.	З.10.17	+	+		
6.	З.15.8			+	+
7.	З.15.10	+	+		
8.	У.8.9	+	+		
9.	У.8.10			+	+
10.	У.9.12	+	+		
11.	У.9.18			+	+
12.	У.10.17	+	+		
13.	У.15.8			+	+
14.	У.15.10	+	+		
15.	В.8.9	+	+		
16.	В.8.10			+	+
17.	В.9.12	+	+		
18.	В.9.18			+	+
19.	В.10.17	+	+		
20.	В.15.8			+	+
21.	В.15.10	+	+		

**5. Образовательные технологии**

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности специалистов для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций.

Специфика сочетания методов и форм организации обучения отражается в матрице (таблица 3).



Таблица 3

*Методы и формы организации обучения (ФОО)*

ФОО	Лекц.	Лаб. раб.	Тр.*, МК**	СРС
Методы				
IT-методы				
Работа в команде		+		
<i>Case-study</i>				
Игра				
Методы проблемного		+		
Обучение на основе опыта	+			
Опережающая самостоятельная работа				+
Проектный метод				
Поисковый метод				+
Исследовательский метод		+		

\* - Тренинг, \*\* - мастер-класс.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении лабораторных работ с использованием учебного и научного оборудования и приборов, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

**6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)**

**6.1 Текущая самостоятельная работа студента**, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений, осуществляется при проработке материалов лекций и соответствующей литературы, выполнении индивидуальных заданий, подготовке к рубежному и итоговому контролю, подготовке к выполнению лабораторных работ, их выполнению и написанию



отчетов.

Для улучшения качества и эффективности самостоятельной работы студентов предлагаются методическое пособие по курсу, методические указания к лабораторным работам и индивидуальному заданию, списки основной и дополнительной литературы. Все методические материалы предоставляются как в печатном, так и в электронном видах.

Текущая и опережающая СРС, заключается в:

- работе студентов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме и выбранной теме выпускной квалификационной работы,
- переводе материалов из тематических информационных ресурсов с иностранных языков,
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку,
- изучении теоретического материала к лабораторным занятиям,
- подготовке к коллоквиуму,
- подготовке к экзамену.

**6.2 Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа**, направленная на развитие интеллектуальных умений, комплекса профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов заключается

- в анализе научных публикаций по каждому разделу курса их структурированию и представлении материала для презентации на рубежном контроле, а также анализе статистических и фактических материалов;
- поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по определенной теме исследований;
- анализе статистических и фактических материалов по заданной теме, проведении расчетов, составлении схем и моделей на основе статистических материалов;
- выполнении расчетно-графических работ;
- исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

**6.3 Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине**

*1. Перечень научных проблем и направлений научных исследований:*

- разработка математического обеспечения технологического оборудования атомных электростанций;
- разработка алгоритмов управления процессами и оборудованием



атомных электростанций;

– оптимизация систем управления процессами и оборудованием атомных электростанций.

*2. Темы индивидуальных заданий:*

– Основные схемы парогенераторов, обогреваемых жидким металлом и газами;

– Испарительная установка. Конденсационные устройства турбоустановок;

– Основные уравнения сохранения массы (энергии, количества движения), состояния и краевые условия уравнений динамики типовых участков, аппаратов и машин атомных электростанций;

– Математическое моделирование массообменных и теплообменных процессов.

*3. Темы, выносимые на самостоятельную проработку:*

В разделе «Введение. Схемы и состав оборудования АЭС.

Парогенератор» на самостоятельное изучение выносятся вопросы:

– основные схемы парогенераторов, обогреваемых жидким металлом и газами, которые изучаются по литературе:

- Федоров Л. Ф., Рассохин Н. Г. Процессы генерации пара на атомных электростанциях. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 288 с

В разделе «Турбогенераторная часть. Насосное оборудование.

Арматура АЭС» на самостоятельное изучение выносятся вопросы:

– испарительная установка, конденсационные устройства турбоустановок, которые изучаются по литературе:

- Ильченко О.Т. Тепло- и массообменные аппараты ТЭС и АЭС: Учебное пособие – К.: Вища шк., 1992. – 207 с.

В разделе «Динамические характеристики и математические модели участков при регулировании расхода, давления, уровня, концентрации» на самостоятельное изучение выносятся вопросы:

– основные уравнения сохранения массы (энергии, количества движения), состояния и краевые условия уравнений динамики типовых участков, аппаратов и машин атомных электростанций, которые изучаются по литературе:

- Демченко В.А. Автоматизация и моделирование технологических процессов АЭС и ТЭС: учебное пособие – О.: Астропринт, 2001. – 304 с.

В разделе «Динамические характеристики и математические модели теплообменников, компенсаторов давления, турбогенератора» на самостоятельное изучение выносятся вопросы:

– математическое моделирование массообменных и



теплообменных процессов, которые изучаются по литературе:

- Демченко В.А. Автоматизация и моделирование технологических процессов АЭС и ТЭС: учебное пособие – О.: Астропринт, 2001. – 304 с.

#### **6.4 Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Формы контроля со стороны преподавателя включают:

- контрольные работы по результатам изучения каждого раздела курса;
- индивидуальные задания;
- лабораторные занятия;
- экзамен.

#### **6.5 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Для дополнительного самостоятельного изучения дисциплины могут быть использованы следующие образовательные ресурсы:

1. <http://www.lib.tpu.ru>
2. <http://scholar.google.com>
3. <http://elibrary.ru>
4. <http://window.edu.ru>
5. <http://www.scienceresearch.com>
6. <http://www.scitopics.com>
7. <http://www.ribk.net>

### **7. Средства (ФОС) текущей и итоговой оценки качества освоения дисциплины**

Средства (ФОС) оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов включают: защиту отчетов по выполняемым лабораторным работам; контрольные работы на лекционных занятиях, завершающих изучение раздела. Итоговый (промежуточный) контроль – экзамен.

#### **7.1 Вопросы текущего контроля**

##### **Темы контрольных работ**

КТ1: Схемы и состав АЭС, парогенератор.



КТ2: Турбогенераторная часть. Насосное оборудование. Арматура АЭС.

КТ3: Динамические характеристики и математические модели участков при регулировании расхода, давления, уровня, концентрации.

КТ4: Динамические характеристики и математические модели теплообменников, компенсаторов давления, турбогенератора.

***Тематика вопросов 1 контрольной работы:***

Вопросы текущего контроля на лекциях по модулю «Введение. Схемы и состав оборудования АЭС. Парогенератор»:

**Вариант №1**

1. Обобщенная схема канального реактора РБМК.
2. Назначение и принцип работы парогенератора. Основные схемы парогенераторов.
3. Основные схемы парогенераторов, обогреваемых жидким металлом.

**Вариант №2**

1. Обобщенная схема реактора ВВЭР-1000.
2. Назначение и принцип работы парогенератора. Основные схемы парогенераторов.
3. Основные схемы парогенераторов, обогреваемых газами.

***Тематика вопросов 2 контрольной работы:***

Вопросы текущего контроля на лекциях по модулю «Турбогенераторная часть. Насосное оборудование. Арматура АЭС»:

**Вариант №1**

1. Назначение и принцип работы турбоустановки.
2. Назначение и принцип работы испарительной установки.
3. Назначение и принцип работы турбогенератора.
4. Состав и назначение насосного оборудования АЭС.
5. Запорная арматура АЭС.

**Вариант №2**

1. Назначение и принцип работы турбоустановки.
2. Назначение и принцип работы конденсационных устройств турбоустановок.
3. Назначение и принцип работы турбогенератора.
4. Назначение и принцип работы главного циркуляционного насоса.



## 5. Регулирующая арматура АЭС.

### ***Тематика вопросов 3 контрольной работы:***

Вопросы текущего контроля на лекциях по модулю «Динамические характеристики и математические модели участков при регулировании расхода, давления, уровня, концентрации»:

#### Вариант №1

1. Основные уравнения сохранения массы (энергии, количества движения).
2. Модель идеального перемешивания.
3. Подход к моделированию участка трубопровода при регулировании давления (расхода) несжимаемой жидкости.
4. Математическая модель системы регулирования уровня жидкости в емкости (управление по входному расходу, возмущения по выходному расходу).

#### Вариант №2

1. Основные уравнения сохранения массы (энергии, количества движения).
2. Модель идеального вытеснения.
3. Подход к моделированию участка трубопровода при регулировании давления (расхода) сжимаемой жидкости.
4. Расчет концентрации вещества  $C$  выходного потока с объемным расходом  $Q$  при смешивании двух водных потоков с концентрациями  $C_1$ ,  $C_2$  и объемными расходами  $Q_1$ ,  $Q_2$  в емкости объемом  $V$ .

### ***Тематика вопросов 4 контрольной работы:***

Вопросы текущего контроля на лекциях по модулю «Динамические характеристики и математические модели теплообменников, компенсаторов давления, турбогенератора»:

#### Вариант №1

1. Математическая модель турбогенератора.
2. Математическая модель простого теплообменника.

#### Вариант №2

1. Математическая модель турбогенератора.
2. Математические модели участка смешения жидкостей по температуре смеси.



## 7.2. Вопросы выходного контроля

1. Обобщенная схема канального реактора РБМК.
2. Обобщенная схема реактора ВВЭР-1000.
3. Назначение и принцип работы парогенератора.
4. Основные схемы парогенераторов.
5. Основные схемы парогенераторов, обогреваемых жидким металлом.
6. Основные схемы парогенераторов, обогреваемых газами.
7. Назначение и принцип работы турбоустановки.
8. Назначение и принцип работы испарительной установки.
9. Назначение и принцип работы конденсационных устройств турбоустановок.
10. Назначение и принцип работы турбогенератора.
11. Состав и назначение насосного оборудования АЭС.
12. Назначение и принцип работы главного циркуляционного насоса.
13. Запорная арматура АЭС.
14. Регулирующая арматура АЭС.
15. Основные уравнения сохранения массы (энергии, количества движения).
16. Модель идеального перемешивания.
17. Модель идеального вытеснения.
18. Подход к моделированию участка трубопровода при регулировании давления (расхода) несжимаемой жидкости.
19. Подход к моделированию участка трубопровода при регулировании давления (расхода) сжимаемой жидкости.
20. Математическая модель системы регулирования уровня жидкости в емкости.
21. Подход к моделированию участка при регулировании концентрации вещества.
22. Подход к математическому моделированию турбогенератора.
23. Математическая модель простого теплообменника.
24. Математические модели участка смешения жидкостей по температуре смеси.



Томский  
политехнический  
университет

### Экзаменационный билет № 1

по дисциплине *Процессы и оборудование  
атомных электростанций,  
как технологические объекты управления*  
институт *физико-технический*  
курс *4*

1. Обобщенная схема канального реактора РБМК.
2. Подход к моделированию участка трубопровода при регулировании давления (расхода) сжимаемой жидкости.

Составил доцент \_\_\_\_\_ А.Г. Горюнов  
Утверждаю: зав.кафедрой ЭАФУ \_\_\_\_\_ С.Н.Ливенцов  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

Томский  
политехнический  
университет

### Экзаменационный билет № 2

по дисциплине *Процессы и оборудование  
атомных электростанций,  
как технологические объекты управления*  
институт *физико-технический*  
курс *4*

1. Обобщенная схема реактора ВВЭР-1000.
2. Подход к моделированию участка трубопровода при регулировании давления (расхода) несжимаемой жидкости.

Составил доцент \_\_\_\_\_ А.Г. Горюнов  
Утверждаю: зав.кафедрой ЭАФУ \_\_\_\_\_ С.Н.Ливенцов  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.



Эти средства в целом позволяют однозначно оценить степень усвоения теоретических и фактических знаний; приобретенные студентами практические умения на репродуктивном уровне и когнитивные умения на продуктивном уровне; а также профессиональные компетенции студентов.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Используемые информационные продукты**

1. Электронная библиотека по атомной энергетике WWER [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://lib.wwer.ru/>.
2. Программа – Matlab R2008;
3. Программа – Microsoft Office.

### **Рекомендуемая литература**

#### ***Основная учебная литература***

1. Федоров Л. Ф., Рассохин Н. Г. Процессы генерации пара на атомных электростанциях. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 288 с
2. Ильченко О.Т. Тепло- и массообменные аппараты ТЭС и АЭС: Учебное пособие – К.: Вища шк., 1992. – 207 с.
3. Будов В.М. Насосы АЭС: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 408 с.
4. Гуревич Д.Ф., Ширяев И.Х., Пайкин И.Х. арматура атомных станций: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 312 с.
5. Митенков Ф.М. Главные циркуляционные насосы АЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 376 с.
6. Демченко В.А. Автоматизация и моделирование технологических процессов АЭС и ТЭС: учебное пособие – О.: Астропринт, 2001. – 304 с.

#### ***Дополнительная учебная литература***

7. Веников В.А., Веников Г.В. Теория подобия и моделирования (применительно к задачам электроэнергетики) Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1984. – 439с.
8. Лебедев А.И. Моделирование в научно-технических исследованиях.– М.: Радио и связь, 1989.– 224с.
9. Бурумкулов Ф.Х., Мировская Е.А. Основы теории вероятностей и математической статистики. – М.: Из-во Стандартов, 1981. – 164с.



10. Тарасик В.П.. Математическое моделирование технических систем. Учебник для вузов. – М.: Дизайн-ПРО, 2004. –640с.
11. Современные проблемы вычислительной математики и математического моделирования. Том 1. Вычислительная математика. – М.: Наука, 2005. – 344с.
12. Современные проблемы вычислительной математики и математического моделирования. Том 2. Математическое моделирование. – М.: Наука, 2005. – 408с.
13. Рыжиков Ю.И.. Вычислительные методы: Традиционные разделы вычислительной математики, усиленные новыми подходами; Методология математического моделирования; Способы эффективного программирования и др.: Учеб. пособие для вузов. – СПб: БХВ-Петербург, 2007. – 400с.
14. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики.-М.: Наука, 1970.-664с.
15. Коченова П.В., Марон И.А. Вычислительная математика в примерах и задачах.-М.:Наука, 1972.-368с.
16. Куниман Ж. Численные методы. Пер. с фр.-М.: Наука, 1979.-160с.
17. Жаблон К., Симон Ж. Применение ЭВМ для численного моделирования в физике.– М.; Наука, 1983 –235с.
18. Харин Ю.С. и др. Основы имитационного и статистического моделирования. Учебное пособие. – М.: Дизайн ПРО, 1997– 288с.
19. Бурумкулов Ф.Х.. Мировская Е.А. Основы теории вероятностей и математической статистики.-М.: Из-во Стандартов, 1981 – 164с.
20. Дьяконов В.П. Mathematica 5.1/5.2/6.0. Программирование и математические вычисления. – ДМК, 2008 –576с.
21. Шмидский Я.К. Mathematica 5. Самоучитель. – Диалектика, 2004 – 592с.

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

### **Технические средства обеспечения освоения дисциплины:**

Компьютерный класс на 10 рабочих мест со следующим установленным программным обеспечением: Microsoft Office 2007; Matlab R2008.



Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по специальности **140801 «Электроника и автоматика физических установок»**

Программа одобрена на заседании кафедры «Электроника и автоматика физических установок» ФТИ  
(протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.).

Автор:

Доцент каф. ЭАФУ ФТИ \_\_\_\_\_ А.Г. Горюнов

Рецензент(ы) \_\_\_\_\_