

Северский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Высшей математики и информационных технологий»

ОДОБРЕНО
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЯДЕРНЫХ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

14.04.02 Ядерные физика и технологии

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Ядерные энерготехнологии нового поколения

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
1	5	180	8	32	8	20	132	ДифЗ
Итого	5	180	8	32	8	20	132	

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Теплогидравлические процессы в ядерных энергетических установках» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 14.04.02 «Ядерная физика и технологии», образовательной программы «Ядерные энерготехнологии нового поколения».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

1) знать:

- 3.1 состояние ядерной энергетики в России и мире;
- 3.2 этапы развития ядерной энергетики в России и мире;
- 3.3 особенности основных типов ядерных реакторов;
- 3.4 преимущества и недостатки основных типов ядерных реакторов;

2) уметь:

- У.1 рассчитывать радиальные поля температур в твэлах различных конструкций;
- У.2 рассчитывать распределения температуры теплоносителя, оболочки и топлива по высоте канала в реакторах с однофазным теплоносителем;
- У.3 рассчитывать распределения температуры теплоносителя, оболочки и топлива по высоте канала в реакторах с кипящим теплоносителем
- У.4 определять мощность насосов на прокачку теплоносителя через реактор;

3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:

- В.1 навыками для выполнения курсовой работы по проектированию ЯЭУ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Теплогидравлические процессы в ядерных энергетических установках» являются:

подготовка студентов к решению инженерных задач на основе строгих научных методов. Приводятся примеры и углубленно изучается ряд вопросов, составляющих научную базу для анализа и расчета ядерных энергетических установок.

Основными задачами дисциплины являются:

развитие и закрепление в процессе обсуждения и решения задач на практических занятиях знаний, полученных на лекциях.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Теплогидравлические процессы в ядерных энергетических установках» (Б1.В.ДВ.3.2) - Профессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
тип задач профессиональной деятельности: проектный			
комплексное проектирование по принципу CDIO: планирование, проектирование, производство и применение реальных систем, процессов и продуктов в атомной отрасли и других высокотехнологичных секторах экономики	ядерные энерготехнологии нового поколения на базе реакторов на быстрых нейтронах (БН, БРЕСТ) с замкнутым ядерным топливным циклом для атомных электростанций, обеспечивающих потребности страны в энергоресурсах и повышение эффективности использования природного урана и отработавшего ядерного топлива	ПК-5 Способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий	З-ПК-5 Знать основные физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок У-ПК-5 Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок В-ПК-5 Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок
тип задач профессиональной деятельности: экспертный			
анализ технологий получения новых видов топлива и материалов для ядерной энергетики	ядерные энерготехнологии нового поколения на базе реакторов на быстрых нейтронах (БН, БРЕСТ) с замкнутым ядерным топливным циклом для атомных электростанций, обеспечивающих потребности страны в энергоресурсах и повышение эффективности использования природного урана и отработавшего ядерного топлива	ПК-11 Способен к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам	З-ПК-11 Знать законодательные и нормативные акты регулирующие деятельность в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности У-ПК-11 Уметь проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок с учетом их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам В-ПК-11 владеть методами анализа технических и расчетно-теоретических разработок, и учета их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
анализ технологий получения новых видов топлива и материалов для ядерной энергетики	ядерные энерготехнологии нового поколения на базе реакторов на быстрых нейтронах (БН, БРЕСТ) с замкнутым ядерным топливным циклом для атомных электростанций, обеспечивающих потребности страны в энергоресурсах и повышение эффективности использования природного урана и отработавшего ядерного топлива	ПК-24.3 Способен анализировать и выбирать критерии безопасной работы, применять методы обоснования безопасности для количественных оценок риска и эффективности функционирования ядерных реакторов нового поколения	З-ПК-24.3 Знать критерии безопасной работы ядерных реакторов нового поколения У-ПК-24.3 Уметь выбирать критерии безопасной работы и функционирования ядерных реакторов нового поколения В-ПК-24.3 Владеть методикой количественных оценок риска и эффективности функционирования ядерных реакторов нового поколения

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Формирование воспитательного потенциала по данным образовательным программам не предусмотрено рабочей программой воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

5 Структура и содержание учебной дисциплины

5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 14.04.02 «Ядерные физика и технологии», образовательной программе «Ядерные энерготехнологии нового поколения».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – **5, 180 час.**, обучение по дисциплине проходит в **семестре 1**.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Структура ядерной энергетики»
- **раздел 2** – «Ядерные энергетические реакторы нового поколения»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
1 семестр (18 недель)								
1	Структура ядерной энергетики	4	16	4	67	9/ЛР1, 11/ЛР2, 1/ДЗ1, 1/ДЗ2, 3/Зд1, 5/Зд2, 7/Зд3	11/Т1	32
2	Ядерные энергетические реакторы нового поколения	4	16	4	65	13/ЛР3, 15/ЛР4, 9/Зд4, 11/Зд5, 13/ДЗ3, 15/ДЗ4	15/Т2	28
	Дифференцированный зачет							40
Итого за 1 семестр:		8	32	8	132			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать основные физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок (З-ПК-5)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Зд1, Зд2, Зд3, Т1, ЛР3, ЛР4, ДЗ3, ДЗ4, Т2, Зачет (1 сем.)
– Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок (У-ПК-5)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Зд1, Зд2, Зд3, Т1, ЛР3, ЛР4, Т2, Зачет (1 сем.)
– Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок (В-ПК-5)	1, 2	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Зд1, Зд2, Зд3, Т1, ЛР3, ЛР4, Т2, Зачет (1 сем.)
– Знать законодательные и нормативные акты регулирующие деятельность в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности (З-ПК-11)	1, 2	ДЗ1, ДЗ2, Зд1, Зд2, Зд3, Т1, Зд4, Зд5, ДЗ3, ДЗ4, Т2, Зачет (1 сем.)
– Уметь проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок с учетом их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам (У-ПК-11)	1, 2	ДЗ1, ДЗ2, Зд1, Зд2, Зд3, Т1, Зд4, Зд5, ДЗ3, ДЗ4, Т2, Зачет (1 сем.)

– владеть методами анализа технических и расчетно-теоретических разработок, и учета их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам (В-ПК-11)	1, 2	Д31, Д32, Зд1, Зд2, Зд3, Т1, Зд4, Зд5, Д33, Д34, Т2, Зачет (1 сем.)
– Знать критерии безопасной работы ядерных реакторов нового поколения (З-ПК-24.3)	2	Зд4, Зд5, Д33, Д34, Т2, Зачет (1 сем.)
– Уметь выбирать критерии безопасной работы и функционирования ядерных реакторов нового поколения (У-ПК-24.3)	2	Зд4, Зд5, Д33, Д34, Т2, Зачет (1 сем.)
– Владеть методикой количественных оценок риска и эффективности функционирования ядерных реакторов нового поколения (В-ПК-24.3)	2	Зд4, Зд5, Д33, Д34, Т2, Зачет (1 сем.)

5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Структура ядерной энергетики	
1.1 Тема 1. История развития и структура ядерной энергетики в России и мире, примеры политики развития.	2
1.2 Тема 2. Экономика и структура топливного цикла. Экономические, нейтронно-физические и теплофизические требования к перспективным материалам ядерной энергетики.	1
1.3 Тема 3. Существующие технологии и кон-струкционные решения. Причины, сформиро-вавшие список реакторов поколения IV.	1
<i>Итого по разделу 1:</i>	4
Раздел 2 Ядерные энергетические реакторы нового поколения	
2.1 Тема 4. Основные типы реакторов поколения III+ с водой под давлением в России и мире, примеры проектов, перспективы развития.	1
2.2 Тема 5. Основные типы реакторов поколения III+ с кипящей водой, преимущества и недо-статки одноконтурной схемы.	1
2.3 Тема 6. Преимущества использования воды сверхкритических параметров (СКП) в ядерных энергетических установках.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	4
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	8

5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Структура ядерной энергетики	
1.1 Устойчивые и неустойчивые теплогидравлические характеристики активной зоны. Причины неустойчивости.	2
1.2 Расчет естественной циркуляции: некипящий и кипящий теплоносители.	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	4
Раздел 2 Ядерные энергетические реакторы нового поколения	
2.1 Порядок расчета температуры воды СКП при различных схемах циркуляции теплоносителя: однозаходной, двухзаходной и трехзаходной.	2
2.2 Корреляции для расчета перепада давления в активной зоне с теплоносителем СКП.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	4
Всего по лабораторному практикуму дисциплины:	8

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Структура ядерной энергетики	
1.1 Экономика и материальный баланс топливного цикла.	2
1.2 Сравнительные характеристики теплофизических свойств перспективных топливных и конструкционных материалов ядерной энергетики.	2
1.3 Принципы теплогидравлического профилирования, порядок расчета теплогидравлики активной зоны.	4
1.4 Устойчивые и неустойчивые теплогидравлические характеристики активной зоны. Причины неустойчивости.	4
1.5 Расчет естественной циркуляции: некипящий и кипящий теплоносители.	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	16
Раздел 2 Ядерные энергетические реакторы нового поколения	
2.1 Задача о повторном смачивании активной зоны.	4
2.2 Порядок расчета температуры воды СКП при различных схемах циркуляции теплоносителя: однозаходной, двухзаходной и трехзаходной.	4
2.3 Теплоотдача к воде СКП: теоретические соотношения и экспериментальные корреляции.	4

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
2.4 Корреляции для расчета перепада давления в активной зоне с теплоносителем СКП.	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>16</i>
Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:	32

5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Методы проблемного обучения.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Case-study, Методы проблемного обучения, Проектный метод.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Методы проблемного обучения, Поисковый метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: Опережающая самостоятельная работа, Проектный метод, Поисковый метод, Исследовательский метод.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 20 час.

7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ПК-5	З-ПК-5	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Зд1, Зд2, Зд3, Т1, ЛР3, ЛР4, ДЗ3, ДЗ4, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-5	У-ПК-5	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Зд1, Зд2, Зд3, Т1, ЛР3, ЛР4, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-5	В-ПК-5	ЛР1, ЛР2, ДЗ1, ДЗ2, Зд1, Зд2, Зд3, Т1, ЛР3, ЛР4, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-11	З-ПК-11	ДЗ1, ДЗ2, Зд1, Зд2, Зд3, Т1, Зд4, Зд5, ДЗ3, ДЗ4, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-11	У-ПК-11	ДЗ1, ДЗ2, Зд1, Зд2, Зд3, Т1, Зд4, Зд5, ДЗ3, ДЗ4, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-11	В-ПК-11	ДЗ1, ДЗ2, Зд1, Зд2, Зд3, Т1, Зд4, Зд5, ДЗ3, ДЗ4, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-24.3	З-ПК-24.3	Зд4, Зд5, ДЗ3, ДЗ4, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-24.3	У-ПК-24.3	Зд4, Зд5, ДЗ3, ДЗ4, Т2, Зачет (1 сем.)
ПК-24.3	В-ПК-24.3	Зд4, Зд5, ДЗ3, ДЗ4, Т2, Зачет (1 сем.)

Шкалы оценки образовательных достижений. Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Диф. зачета.

Аттестация в 1 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
ЛР1	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР2	Лабораторная работа	3	1.8
ДЗ1	Домашнее задание	4	2.4
ДЗ2	Домашнее задание	4	2.4
Зд1	Задание (задача)	4	2.4
Зд2	Задание (задача)	4	2.4
Зд3	Задание (задача)	4	2.4
Т1	Тестирование	6	3.6
ЛР3	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР4	Лабораторная работа	3	1.8
Зд4	Задание (задача)	4	2.4
Зд5	Задание (задача)	4	2.4
ДЗ3	Домашнее задание	4	2.4
ДЗ4	Домашнее задание	4	2.4
Т2	Тестирование	6	3.6
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Дифференцированный зачет		40	24
Итого:		100	60

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х балльной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно

правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка *«неудовлетворительно»* ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы для Дифференцированного зачета (1 семестр):

- 1 Ядерная энергетика в энергетическом балансе. Требования к энергетическим технологиям. Перспективы развития ядерной энергетики.
- 2 Топливный цикл ядерной энергетики. Технологии и предприятия ядерного топливного цикла. Экологическая и радиационная безопасность.
- 3 Проблема нераспространения ядерных материалов. МАГАТЭ и системы международных гарантий. Технические проблемы нераспространения ядерных материалов.
- 4 Экономические аспекты использования ядерной энергии. Составляющие издержек производства электроэнергии на АЭС.
- 5 Снятие АЭС с эксплуатации. Экономические последствия тяжелых аварий. Социальные аспекты развития ядерной энергетики.
- 6 Эффекты реактивности. Выгорание и воспроизводство ядерного топлива.
- 7 Топливные циклы. Перегрузки топлива. Ядерная безопасность.
- 8 Источники ионизирующих излучений в ядерных энергетических установках. Система теплоносителя как источник излучений.
- 9 Закономерности ослабления ионизирующих излучений в веществе. Радиационное повреждение реакторных материалов.
- 10 Тепловые и гидравлические процессы в ядерных энергетических установках. Особенности контура отвода тепла.
- 11 Теплогидравлический расчет активных зон, охлаждаемых однофазным, двухфазным водным, жидкометаллическим, газовым теплоносителем.
- 12 Кризис теплообмена. Запасы до кризиса. Максимальные температуры оболочки и топлива.
- 13 Атомные станции. Типы атомных станций. Основные компоненты и системы энергоблоков АЭС.
- 14 Судовые и космические ядерные энергетические установки. Передвижные и блочно-транспортные ядерные энергетические установки.
- 15 Радионуклидные генераторы. Термоядерные реакторы. Гибридные системы синтеза – деления. Классификация ядерных реакторов.
- 16 Теплоносители ядерных реакторов. Требования, особенности применения.
- 17 Водно-химические режимы первого (второго) контура. Технологии жидкометаллических, органических, газовых теплоносителей.
- 18 Материалы в реакторостроении. Условия работы и критерии выбора.
- 19 Теплоустойчивые стали, коррозионностойкие стали, циркониевые сплавы, нержавеющие стали, никелевые сплавы, сплавы на основе титана, высокотемпературные сплавы, графит, керамические материалы.
- 20 Материалы органов управления реактивностью. Материалы замедлителей и отражателей. Материалы защиты.
- 21 Ядерное топливо. Конструкционные материалы твэлов и ТВС. Основные требования, характеристики.
- 22 Тепловыделяющие элементы и ТВС ядерных реакторов. Основные требования. Типы конструктивных решений.
- 23 Физико-химические процессы, протекающие в твэлах и ТВС в условиях эксплуатации.

- 24 Реакторы, охлаждаемые газом. Развитие реакторов. Реакторы с гелиевым теплоносителем.
- 25 Активные зоны из шаровых, стержневых твэлов и призматических блоков.
- 26 Ядерные реакторы нового поколения - с водой под давлением, бассейновые, канальные, с жидкометаллическим теплоносителем (натрием, свинцом-висмутом, свинцом), модульные, охлаждаемые газом с использованием газовой турбины, с циркулирующим топливом, с расплавно-солевым теплоносителем.
- 27 Теплообменное и сепарационное оборудование реакторных установок.
- 28 Парогенераторы для АЭС с ВВЭР и liWR, теплообменные аппараты АЭС с БН, ВТГР, сепараторы пара. Основные характеристики.
- 29 Трубопроводы, опоры и опорные конструкции оборудования и трубопроводов. Гидроамортизаторы.
- 30 Трубопроводная и регулирующая арматура.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Гумеров А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие: [Текст]: учебное пособие / А. М. Гумеров - Санкт-Петербург: Лань, 2014 - 176 с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека - Москва: ООО "РУНЭБ", 2021

Л2.2 Кузьмин А. М. Моделирование физических процессов в энергетических ядерных реакторах на быстрых нейтронах [Текст] [учебное пособие для вузов] / А. М. Кузьмин, А. Н. Шмелев, В. А. Апсэ - Москва: издательский дом МЭИ, 2015 - 128 с.

Л2.3 Самойлов Н. А. Примеры и задачи по курсу " Математическое моделирование химико-технологических процессов" [Текст]: учебное пособие / Н. А. Самойлов - Санкт-Петербург: Лань, 2013 - 169 с.

Л2.4 Чикуров Н. Г. Моделирование систем и процессов [Текст]: учебное пособие / Н. Г. Чикуров - Москва: РИОР, 2015 - 398 с.

Л2.5 Чистякова Т. Б. Математическое моделирование химико-технологических объектов с распределенными параметрами: учебное пособие для вузов / Т. Б. Чистякова, А. Н. Полосин, Л. В. Гольцева; Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет) (СПбГТИ(ТУ)), Кафедра систем автоматизированного проектирования и управления - СПб.: Профессия, 2010 - 240 с.

8.3 Информационно-образовательные ресурсы

Э1 Журнал «Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика», доступный пери-од: с 1981 – , ISSN: 0204-3327, <http://elibrary.ru/>.

Э2 Журнал «Вопросы атомной науки и техники. Серия: ядерно-реакторные константы», доступный период: с 2000 – , ISSN: 2414-1038, <http://elibrary.ru/>.

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

Лекции. Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: помечать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурус). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

Практические занятия. Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи.

Лабораторные работы. Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в лабораториях Информационно-вычислительного центра.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях ИВЦ запрещается находиться в верхней одежде. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней.

Промежуточная аттестация. Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей

На лекционных, практических, лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Выполнение домашних заданий
- Выполнение индивидуальных заданий
- Подготовка и написание отчета по практике
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса
- Подготовка к промежуточному контролю: Дифференцированный зачет (1 семестр)

В течение 1 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Дифференцированному зачету по дисциплине. Студент на Дифференцированном зачете должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

Автор(ы): В.Н. Брендаков