МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Северский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(СТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Химии и технологии материалов современной энергетики»

ОДОБРЕНО
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 5 от 28.06.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИМЕНЕНИЕ ЭВМ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ
18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
Химическая технология материалов ядерного топливного цикла

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)
7	3	108	0	0	16	0	92	Зач.
8	4	144	0	0	32	16	112	Экз., КР
Итого	7	252	0	0	48	16	204	

Северск – 2023

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Применение ЭВМ в химической технологии» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», образовательной программы «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

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

1) **знать**:

З.1 методологию и принципы построения математических моделей многокомпонентных химических и массообменных процессов;

З.2 методы оценки кинетических параметров многокомпонентных химических процессов;

З.3 методы анализа ресурсоэффективности химико-технологических процессов

2) **уметь**:

У.1 применять методы вычислительной математики для решения конкретных задач расчета, проектирования, моделирования, идентификации и оптимизации процессов химической и нефтехимической технологии

3) **владеть** или **быть в состоянии продемонстрировать**:

В.1 пакетами прикладных программ для моделирования химико-технологических процессов;

В.2 методами разработки математического описания многокомпонентных химических и массообменных процессов

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Применение ЭВМ в химической технологии» являются:

освоение студентами принципов математического моделирования и применение современных информационных технологий для более полного исследования химико-технологических процессов. В качестве средства решения различных задач предлагается применять пакет Mathcad, MATHLAB и табличный процессор Excel.

Основными задачами дисциплины являются:

- формирование представлений об общих методах и средствах математического моделирования технических устройств;

- приобретение знаний, необходимых для планирования эксперимента и для умелого использования свойств вещества в технологических целях, с использованием современных средств вычислительной техники.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Применение ЭВМ в химической технологии» (Б1.В.ДВ.4.2) - Общепрофессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-4 Способен использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, осуществлять теоретический анализ и экспериментальную проверку адекватности модели	**З-ОПК-4** Знать: принципы математического моделирования химико-технологических процессов и методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и (или) физико-химических моделей **У-ОПК-4** Уметь: применять известные методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии, а также уметь использовать в своей практической деятельности для достижения этих целей известные пакеты прикладных программ **В-ОПК-4** Владеть: методами построения математических моделей типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов, методами математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакетами прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов
УКЕ-1 Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	**З-УКЕ-1** знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования **У-УКЕ-1** уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи **В-УКЕ-1** владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Применение ЭВМ в химической технологии» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (http://www.ssti.ru/education.html/Информация по образовательным программам).

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 специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», образовательной программе «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в **зачетных единицах** – **7**, **252 час.**, обучение по дисциплине проходит в **семестре 7, 8**.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

– **раздел 1** – «Особенности применения Mathcad для решения задач химической технологии»

– **раздел 2** – «Особенности применения Mathlab для решения задач химической технологии»

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)	
7 семестр (18 недель)								
1	Особенности применения Mathcad для решения задач химической технологии			16	92	2/ЛР1, 4/ЛР2, 6/ЛР3, 8/ЛР4, 8/ЛР5	8/КР1	60
	Зачет							40
Итого за 7 семестр:				16	92			100
8 семестр (16 недель)								
2	Особенности применения Mathlab для решения задач химической технологии			32	30	2/ЛР6, 4/ЛР7, 6/ЛР8, 8/ЛР9, 10/ЛР10, 12/ЛР11, 14/ЛР12, 16/ЛР13, 16/ЛР14	16/КР2	60
	Курсовая работа				46			
	Экзамен				36			40
Итого за 8 семестр:				32	112			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: принципы математического моделирования химико-технологических процессов и методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и (или) физико-химических моделей (**З-ОПК-4**)	1, 2	ЛР2, ЛР4, КР1, Зачет (7 сем.), ЛР6, ЛР9, ЛР12, ЛР13, ЛР14, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовая работа

– Уметь: применять известные методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии, а также уметь использовать в своей практической деятельности для достижения этих целей известные пакеты прикладных программ (**У-ОПК-4**)	1, 2	ЛР2, ЛР4, КР1, Зачет (7 сем.), ЛР6, ЛР9, ЛР12, ЛР13, ЛР14, Экзамен (8 сем.), Курсовая работа
– Владеть: методами построения математических моделей типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов, методами математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакетами прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов (**В-ОПК-4**)	1, 2	ЛР2, ЛР4, ЛР5, КР1, Зачет (7 сем.), ЛР6, ЛР9, ЛР11, ЛР12, ЛР13, ЛР14, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовая работа
– знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (**З-УКЕ-1**)	1, 2	ЛР4, КР1, Зачет (7 сем.), ЛР7, ЛР9, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовая работа
– уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи (**У-УКЕ-1**)	1, 2	ЛР1, ЛР3, ЛР5, Зачет (7 сем.), ЛР7, ЛР8, ЛР10, ЛР11, ЛР14, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовая работа
– владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами (**В-УКЕ-1**)	1, 2	ЛР3, Зачет (7 сем.), ЛР7, ЛР8, ЛР10, ЛР14, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовая работа

5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Лекционный курс по дисциплине в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрен.

5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 3 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Особенности применения Mathcad для решения задач химической технологии	
1.1 Основы применения Mathcad. Использование системы Mathcad в качестве калькулятора. Числовые массивы. Матрицы. Определение функций в Mathcad. Задание интервала изменения переменной. Построение графиков	2

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
1.2 Решение задач с помощью Mathcad. Решение уравнений численными методами в Mathcad. Вычисление сумм и произведений. Решение системы линейных уравнений в Mathcad. Функция Isolve, блок решений Solve Block	4
1.3 Встроенные функции условий в Mathcad. Функции if, until. Исследование функций в Mathcad	4
1.4 Решение дифференциальных уравнений. Решение дифференциальных уравнений различными методами. Размерности в Mathcad	4
1.5 Интерполяция функций в Mathcad. Интерполяция функций в Mathcad	2
Итого по разделу 1:	*16*
Раздел 2 Особенности применения Mathlab для решения задач химической технологии	
2.1 Математические модели нестационарных процессов. Математические модели нестационарных процессов. Параметрическая чувствительность. Устойчивость химических процессов. Зажигание катализатора	4
2.2 Некоторые особенности задач, связанных с устойчивостью. Некоторые особенности задач, связанных с устойчивостью. Устойчивость режимов при автокатализе. Устойчивость экосистем	4
2.3 Система Mathlab. Числа, матрицы, векторы, математические функции. Решение систем линейных уравнений. Операторы (двоеточие и точка). Программирование в среде Mathlab	2
2.4 Исследование линейной стационарной динамической системы в среде Mathlab. Модели системы в виде передаточных функций. Эквивалентные модели в пространстве состояний и в форме "нули-полюса-коэффициент усиления". Импульсные, переходные и частотные характеристики.	4
2.5 Моделирование систем управления в среде Mathlab. Построение переходных процессов. Изучение влияния настоечных параметров ПИД-регулятора на качественные показатели процесса регулирования в одноконтурной автоматической системы регулирования	4
2.6 Аппроксимация характеристик в среде Mathlab. Аппроксимация статических и динамических характеристик в среде Mathlab. Знакомство с методикой решения оптимизационных задач	4
2.7 Построение математических моделей аналитическим методом в среде Mathlab (моделирование теплообменной аппаратуры). Принципы составления тепловых балансов потоков в теплообменных и реакционных аппаратах химической технологии при теплообмене через стенку. Особенности математических описаний при разных способах организации теплообмена	4
2.8 Построение математических моделей аналитическим методом в среде Mathlab (моделирование химических реакций). Ознакомление с основными принципами моделирования химических реакций. Выбор ключевых компонентов реакции	4
2.9 Моделирование простых гидравлических систем в среде Mathlab. Ознакомление с основными принципами моделирования гидравлических систем	2
Итого по разделу 2:	*32*
Всего по лабораторному практикуму дисциплины:	**48**

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Практические/семинарские занятия в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

5.5 Курсовое проектирование

В соответствии с рабочим учебным планом предусмотрено выполнить: Курсовая работа (8 семестр).

Курсовая работа включает в себя следующие этапы:

1) Выдача задания. Изучение программ, используемых при моделировании химико-технологических процессов.

2) Проработка литературы и других источников информации.

3) Составление и анализ упрощенной схемы рассматриваемого технологического процесса. Установление входных воздействий (регулирующих и возмущающих) и выходных параметров. Допущения, принятые при разработке материального описания.

4) Составление материального и энергетического балансов процесса.

5) Проведение имитационных исследований объекта управления. Анализ статических и динамических характеристик.

6) Моделирование одноконтурной АСР. Анализ полученных графиков переходного процесса в АСР при изменении задания и при воздействии возмущения.

7) Исследование влияния значения параметров настройки регулятора на качество переходных процессов.

8) Оформление и сдача пояснительной записки к курсовой работе. Написание доклада для защиты курсовой работы. Подготовка презентации к защите.

9) Защита курсовой работы.

6 Образовательные технологии

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: Работа в команде, Методы проблемного обучения, Исследовательский метод.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 16 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
ОПК-4	З-ОПК-4	ЛР2, ЛР4, КР1, Зачет (7 сем.), ЛР6, ЛР9, ЛР12, ЛР13, ЛР14, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовая работа
ОПК-4	У-ОПК-4	ЛР2, ЛР4, КР1, Зачет (7 сем.), ЛР6, ЛР9, ЛР12, ЛР13, ЛР14, Экзамен (8 сем.), Курсовая работа
ОПК-4	В-ОПК-4	ЛР2, ЛР4, ЛР5, КР1, Зачет (7 сем.), ЛР6, ЛР9, ЛР11, ЛР12, ЛР13, ЛР14, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовая работа
УКЕ-1	З-УКЕ-1	ЛР4, КР1, Зачет (7 сем.), ЛР7, ЛР9, КР2, Экзамен

		(8 сем.), Курсовая работа
УКЕ-1	У-УКЕ-1	ЛР1, ЛР3, ЛР5, Зачет (7 сем.), ЛР7, ЛР8, ЛР10, ЛР11, ЛР14, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовая работа
УКЕ-1	В-УКЕ-1	ЛР3, Зачет (7 сем.), ЛР7, ЛР8, ЛР10, ЛР14, КР2, Экзамен (8 сем.), Курсовая работа

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 Экзамена.

Аттестация в 7 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
ЛР1	Лабораторная работа	10	6
ЛР2	Лабораторная работа	10	6
ЛР3	Лабораторная работа	10	6
ЛР4	Лабораторная работа	10	6
ЛР5	Лабораторная работа	10	6
КР1	Контрольная работа	10	6
	Сумма:	**60**	**36**
Промежуточная аттестация			
Зачет		**40**	**24**
	Итого:	**100**	**60**

Аттестация в 8 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
ЛР6	Лабораторная работа	6	3.6
ЛР7	Лабораторная работа	6	3.6
ЛР8	Лабораторная работа	6	3.6
ЛР9	Лабораторная работа	6	3.6
ЛР10	Лабораторная работа	6	3.6
ЛР11	Лабораторная работа	6	3.6
ЛР12	Лабораторная работа	6	3.6
ЛР13	Лабораторная работа	6	3.6
ЛР14	Лабораторная работа	6	3.6
КР2	Контрольная работа	6	3.6
	Сумма:	**60**	**36**
Промежуточная аттестация			

Экзамен	**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 бальной 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 Зачета (7 семестр):

1 Перечислите способы выполнения символьных операций.

2 Что необходимо сделать с выражением перед применением символьных преобразований в командном режиме?

3 Перечислите символьные операции с выделенными выражениями.

4 Перечислите символьные операции с выделенными переменными.

5 Перечислите символьные операции с выделенными матрицами.

6 Перечислите символьные операции преобразования.

7 Какие параметры определяет стиль представления результатов вычислений и где он задается?

8 В каких случаях результат символьных преобразований помещается в буфер обмена?

9 Способы вычисления предела.

10 Для чего необходимо задание операторов пользователя?

11 Как задать оператор пользователя?

12 С помощью какого оператора можно вычислить выражение?

13 Чем отличается глобальное и локальное определение переменных?

14 Как изменить формат чисел для всего документа?

15 Как изменить формат чисел для отдельного выражения?

16 Какие системные (предопределенные) переменные Вам известны? Как узнать их значение? Как изменить их значение?

17 С помощью каких операторов можно вычислить интегралы, производные, суммы и произведения?

18 Как определить дискретные переменные с произвольным шагом? Какой шаг по умолчанию?

19 Как определить индексированную переменную?

20 Какие виды массивов Вам известны?

21 Какая системная переменная определяет нижнюю границу индексации элементов массива?

22 Опишите способы создания массивов.

23 Как просмотреть содержимое массива, определенного через дискретный аргумент?

24 Как построить графики: поверхности; полярный; декартовый? Как построить несколько графиков в одной системе координат?

25 Как изменить масштаб графика? Как определить координату точки на графике?

26 Какие функции используются для построения трехмерных графиков?

Вопросы для Экзамена (8 семестр):

1 Приведите примеры химико-технологических процессов, при моделировании которых возникает необходимость решения жестких дифференциальных уравнений.

2 Какие из известных методов решения дифференциальных уравнений относятся в явным, а какие – к неявным?

3 Перечислите характерные признаки, определяющие свойства жесткости дифференциальных систем.

4 Сформулируйте парадокс жестких систем.

5 Опишите функцию «last». Для чего она используется?

6 Что необходимо сделать перед применением функции «stiffr»? Опишите функцию «stiffr».

7 Что такое матрица Якоби?

8 Опишите различия между явными и неявными методам решения дифференциальных уравнений.

9 Применимость явных и неявных методов к решению жестких дифференциальных уравнений.

10 Достоинства и недостатки решения жестких задач методом Рунге-Кутты с адаптивным шагом (по сравнению с фиксированным шагом) .

11 Что означает понятие «неустойчивость решения» дифференциального уравнения?

12 Что такое система Mathlab? Перечислите ее особенности и области применения.

13 Опишите методы анализа одномерных линейных непрерывных систем.

14 Какие вы знаете способы описания линейных стационарных динамических систем?

15 Почему при использовании ПД-регулятора система не компенсирует постоянное возмущение?

16 Как осуществить линеаризацию статической характеристики?

17 Какие виды динамических характеристик вы знаете?

18 Какие методы аппроксимации динамических характеристик вы знаете?

19 Чем определяется интенсивность перехода тепла от одного теплоносителя к другому?

20 Какие функции используются для численного интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений?

21 Какие дополнительные параметры содержит функция ode45 и другие аналогичные?

22 Каким образом можно сократить число уравнений математической модели, описывающей изменение количеств компонентов химической реакции с течением процесса?

23 Какие основные допущения принимаются при компьютерном моделировании простой гидравлической системы?

24 Как описывается движение потока жидкости через клапан?

25 Как и с какой целью строится информационная матрица системы уравнений математического описания?

26 С какой целью проводится анализ параметрической чувствительности модели?
27 Как провести анализ параметрической чувствительности компьютерной модели?
28 Приведите упрощенную схему парового котла и математическое описание.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Кузнецова И. М. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования ХТС [Электронный ресурс] / Кузнецова И. М., Харлампиди Х. Э., Иванов В. Г., Чиркунов Э. В. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 384 с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Благовещенский В. В. Компьютерные лабораторные работы по физике, химии, биологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Благовещенский В. В. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 100 с.

Л2.2 Нарышкин Д. Г. Равновесия в растворах электролитов. Расчеты с Mathcad [Электронный ресурс] / Нарышкин Д. Г., Осина М. А., Очков В. Ф. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 180 с.

Л2.3 Самойлов Н. А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" [Электронный ресурс] / Самойлов Н. А. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 176 с.

8.3 Информационно-образовательные ресурсы

Э1 Цветные металлы – Режим доступа: http://www.rudmet.ru/catalog/journals/4/.

Э2 Сборники статей «Инновационные технологии атомной энергетики и промышленности» - Режим доступа: ftp://ftp.ssti.ru/library/conference/2012/c0003.pdf

Э3 American Chemical Society (ACS) – Режим доступа: www.library.mephi.ru

Э4 The Royal Society of Chemistry (RSC) – Режим доступа: www.library.mephi.ru

Э5 Вестник Национального исследовательского ядерного университета МИФИ – Режим доступа: 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.

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 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

- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Подготовка к промежуточному контролю: Зачет (7 семестр)

В течение 7 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Зачету по дисциплине. Студент на 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.

- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (8 семестр), Курсовая работа (8 семестр)

В течение 8 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену, защите КР по дисциплине. Студент на Экзамене, защите КР 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): А.В. Муслимова