

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Наименование образовательной программы: Автоматизация технологических процессов и производств

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Моделирование систем и процессов**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Юркина М.Ю.
	Идентификатор	Rde0d4378-YurkinaMY-bacca4c0

М.Ю.
Юркина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А.
Щербатов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А.
Щербатов

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ОПК-1 Применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
ИД-5 Применяет математический аппарат численных методов
2. ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
ИД-2 Применяет современные математические пакеты для моделирования и исследования задач профессиональной деятельности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Защита задания

1. Моделирование массообменных аппаратов в FlowVision (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Первичный анализ данных (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Корреляционный анализ (Контрольная работа)
2. Моделирование гидравлической системы в FlowVision (Контрольная работа)
3. Моделирование теплообменного оборудования в FlowVision (Контрольная работа)
4. Моделирование химических реакторов в FlowVision (Контрольная работа)
5. Полный факторный эксперимент (Контрольная работа)
6. Регрессионный анализ (Контрольная работа)

БРС дисциплины

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Первичный анализ данных (Контрольная работа)
КМ-2 Корреляционный анализ (Контрольная работа)
КМ-3 Регрессионный анализ (Контрольная работа)
КМ-4 Полный факторный эксперимент (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4

	КМ:				
	Срок КМ:	4	8	12	14
Основы моделирования систем и процессов					
Введение в моделирование систем и процессов		+			
Экспериментальные методы построения моделей. Корреляционный анализ			+		
Экспериментальные методы построения моделей. Регрессионный анализ				+	
Планирование эксперимента					+
Вес КМ:		25	25	25	25

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-5 Моделирование гидравлической системы в FlowVision (Контрольная работа)
КМ-6 Моделирование теплообменного оборудования в FlowVision (Контрольная работа)
КМ-7 Моделирование химических реакторов в FlowVision (Контрольная работа)
КМ-10 Моделирование массообменных аппаратов в FlowVision (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-10
	Срок КМ:	4	8	12	14
Построение математической модели с помощью аналитических методов					
Моделирование гидравлической системы		+			
Моделирование теплообменной аппаратуры			+		
Моделирование химических реакторов				+	
Моделирование массообменных аппаратов					+
Вес КМ:		25	25	25	25

БРС курсовой работы/проекта

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Контроль построения модели
КМ-2 Контроль программной реализации модели
КМ-3 Контроль подготовки РПЗ
КМ-4 Контроль подготовки чертежей

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	8	12	14	15
Построение модели		+			
Реализация модели в программном обеспечении			+		
Подготовка РПЗ				+	
Подготовка чертежей					+
Вес КМ:		30	30	10	30

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ОПК-1	ИД-5 _{ОПК-1} Применяет математический аппарат численных методов	Знать: основы регрессионного анализа приемы, методы, способы формализации объектов, процессов, явлений и реализации их на компьютере основы корреляционного анализа Уметь: планировать эксперименты	КМ-1 Первичный анализ данных (Контрольная работа) КМ-2 Корреляционный анализ (Контрольная работа) КМ-3 Регрессионный анализ (Контрольная работа) КМ-4 Полный факторный эксперимент (Контрольная работа)
ОПК-4	ИД-2 _{ОПК-4} Применяет современные математические пакеты для моделирования и исследования задач профессиональной деятельности	Уметь: применять программные средства для компьютерного моделирования химических реакторов применять программные средства для компьютерного моделирования теплообменной аппаратуры применять программные	КМ-5 Моделирование гидравлической системы в FlowVision (Контрольная работа) КМ-6 Моделирование теплообменного оборудования в FlowVision (Контрольная работа) КМ-7 Моделирование химических реакторов в FlowVision (Контрольная работа) КМ-10 Моделирование массообменных аппаратов в FlowVision (Контрольная работа)

		средства для компьютерного моделирования гидравлической системы применять программные средства для компьютерного моделирования массообменных аппаратов	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

4 семестр

КМ-1. Первичный анализ данных

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент выполняет индивидуальное задание по первичному анализу данных.

Краткое содержание задания:

Выполнить первичный анализ данных, представленных в таблице

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: приемы, методы, способы формализации объектов, процессов, явлений и реализации их на компьютере	1.Понятие модели 2.Понятие моделирования 3.Моделирование как метод познания 4.Способы исследования реальных объектов 5.Экспериментирование как способ исследования объектов 6.Физическое моделирование как способ исследования объектов 7.Математическое моделирование 8.Виды моделей 9.Виды моделирования 10.Классификация математических моделей

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Корреляционный анализ

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент выполняет индивидуальное задание по построению корреляционной зависимости.

Краткое содержание задания:

Построить корреляционную зависимость для данных, представленных в таблице

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основы корреляционного анализа	1.Что такое корреляционная зависимость? 2.Что изучает корреляционный анализ? 3.Как рассчитывается коэффициент корреляции Пирсона? 4.Этапы корреляционного анализа 5.Достоинства и недостатки корреляционного анализа 6.Ограничения применения корреляционного анализа

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Регрессионный анализ

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент выполняет индивидуальное задание по построению регрессионной зависимости.

Краткое содержание задания:

Построить регрессионную зависимость для данных, представленных в таблице

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основы регрессионного анализа	1.Что называется регрессионной моделью? 2.Каким методом находятся параметры уравнения регрессии? 3.Каким образом можно проверить адекватность регрессионной зависимости? 4.Что такое остаточная дисперсия в регрессионном анализе? 5.Для чего служит дисперсия воспроизводимости?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Полный факторный эксперимент

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент выполняет индивидуальное задание по составлению матрицы полного факторного эксперимента.

Краткое содержание задания:

Составить матрицу полного факторного элемента

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: планировать эксперименты	1.Как выбрать область эксперимента? 2.Как выбрать интервал варьирования фактора? 3.Как кодируют уровни факторов? 4.Что понимают под полным факторным экспериментом

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	(ПФЭ)? 5.Как выглядит матрица планирования ПФЭ для двух факторов? 6.Что понимают под числом степеней свободы в статистике? 7.Как строятся матрицы планирования при увеличении числа факторов. 8.Что такое рандомизация и для чего она необходима? 9.Перечислите этапы статистической обработки результатов эксперимента при равномерном дублировании число экспериментов. 10.Как интерпретировать результаты эксперимента?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

5 семестр

КМ-5. Моделирование гидравлической системы в FlowVision

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

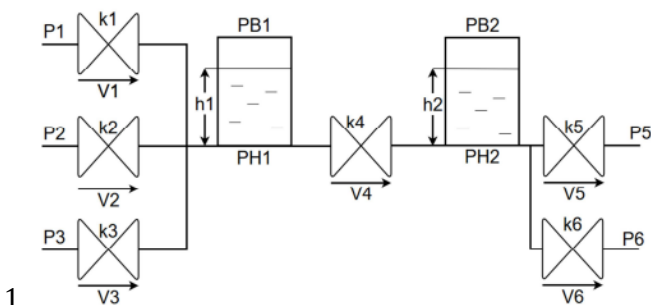
Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка выполнения практической работы.

Краткое содержание задания:

Выполнить задание преподавателя по теме практической работы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять программные средства для компьютерного моделирования гидравлической системы	 1. Исходные данные: Входящие давления: P1, P2 и P3 равны 200000 Па. Выходные давления: P5 и P6 равны 100000 Па. Давление газа в пустой емкости PN=100000 Па. Высоты емкостей: H1 и H2 равны 10 м. Коэффициенты пропускания всех клапанов $k_i=0.05$, где $i=\overline{1,6}$. Плотность среды $\rho=1000$ кг/м³. Ускорение свободного падения $g=9.8$ м/с². Требуется найти: Расход жидкостей в клапанах: V1, V2, V3, V4, V5, V6. Давления столба жидкости в емкостях: PH1, PH2. Давления газа в емкостях: PB1, PB2. Высота жидкости в емкостях: h1, h2.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-6. Моделирование теплообменного оборудования в FlowVision

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка выполнения практической работы.

Краткое содержание задания:

Выполнить задание преподавателя по теме практической работы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять программные средства для компьютерного моделирования теплообменной аппаратуры	1. Задан одноходовой кожухотрубный теплообменник с перегородками в межтрубном пространстве. Заданы все конструктивные параметры. Теплоноситель движется в межтрубном пространстве, хладагент – в трубном. Принять идеальное вытеснение для трубного пространства и идеальное смешение для одной секции (количество секций определяется количеством перегородок в межтрубном пространстве) межтрубного пространства. Построить две модели без учета тепловой инерционности стенки: 1 – используя закон теплоотдачи Ньютона; 2 – используя уравнение теплопередачи. Потерями тепла в окружающую среду пренебречь. 2. Для теплообменника, указанного в задаче 1 принять: движение потока в трубном пространстве характеризуется моделью идеального вытеснения, в межтрубном – однопараметрической диффузионной моделью. Построить модель с учетом тепловой инерционности стенок трубного пространства. Потерями в окружающую среду пренебречь 3. Для теплообменника, приведенного в задаче 1 принять: движение потока в трубном пространстве характеризуется моделью идеального вытеснения в межтрубном – однопараметрической диффузионной моделью. Построить модель с учетом тепловой инерционности стенок трубного пространства и стенок кожуха аппарата. В данном случае пренебречь потерями тепла в окружающую среду нельзя. Принять, что температура окружающей среды $T = \text{const}$ 4. Задан многоходовой кожухотрубный теплообменник с перегородками в межтрубном пространстве. Заданы все конструктивные параметры. Теплоноситель движется в трубном пространстве, хладагент – в межтрубном. Принять идеальное вытеснение для трубного пространства и однопараметрическую диффузионную модель для межтрубного пространства. Построить модель с учетом тепловой инерционности стенок внутренних трубок. Потерями в окружающую среду пренебречь. 5. Для теплообменника, приведенного в задаче 4, принять, что движение потока в трубном пространстве характеризуется моделью вытеснения, а движение потока в межтрубном пространстве характеризуется в каждой секции (количество секций определяется по числу перегородок) моделью смешения. Построить модель без учета тепловой инерционности стенок. Потерями тепла в окружающую среду пренебречь

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-7. Моделирование химических реакторов в FlowVision

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка выполнения практической работы.

Краткое содержание задания:

Выполнить задание преподавателя по теме практической работы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять программные средства для компьютерного моделирования химических реакторов	1. Для подавления побочной реакции химический процесс, указанный в задаче 1, приводится в адиабатическом реакторе с мешалкой при большом избытке продукта А. Составить математическое описание процесса, принимая, что поведение жидкости описывается комбинированной моделью 2. В жидкой фазе одновременно протекают две параллельные экзотермические реакции $A + B \xrightarrow{R} K + 1$ $A + B \xrightarrow{S} K + 2$ приводящие к получению целевого продукта R и побочного продукта S. Процесс проводится с большим избытком компонента А для подавления побочной реакции при наличии рецикла по веществу А (рис. 4.7). 1 A+B продукты 2 реакции Рис. 4.7 – Схематическое изображение химической реакции Реактор 1 описывается однопараметрической диффузионной моделью. В аппарате 2 вещество А извлекается полностью. Построить математическую модель. 3. Химическая реакция $A + R \xrightarrow{S} K + K$ $K \xleftarrow{1} K \xrightarrow{2} K$ проводится в адиабатическом аппарате. Реакция протекает в жидкой фазе с выделением тепла. Гидродинамический режим течения жидкости

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	описывается следующей моделью Ид. смеш. Ид. вытес. конечные продукты продукты реакции Рис. 4.6 – Схематическое изображение гидродинамического режима Построить математическую модель процесса. 4. Решить задачу 06 при условии, что из отбираемого на выходе реактора раствора извлекается целевой продукт R, а оставшиеся компоненты возвращаются в рециркуляционном потоке на вход реактора. Продукт R отделяется полностью. Степень извлечения продукта R равна ϕ. 5. В каскаде из трех реакторов идеального вытеснения протекает экзотермическая реакция $A + B \rightarrow C + K$. Компонент A подается только в первый реактор, компонент B подается в каждый реактор. Для отвода избытка тепла в каждом реакторе установлен змеевик, по которому циркулирует охлаждающая вода. Построить математическую модель процесса.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-10. Моделирование массообменных аппаратов в FlowVision

Формы реализации: Защита задания

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проверка выполнения практической работы.

Краткое содержание задания:

Выполнить задание преподавателя по теме практической работы

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: применять программные средства для компьютерного моделирования массообменных аппаратов	1. В каскаде из трех реакторов идеального вытеснения протекает экзотермическая реакция $A + B \rightarrow C + 2K$. Компонент А подается только в первый реактор, компонент В подается в каждый реактор. Для отвода избытка тепла в каждом реакторе установлен змеевик, по которому циркулирует охлаждающая вода. Построить математическую модель процесса. 2. В каскаде из трех реакторов идеального вытеснения протекает экзотермическая реакция $A + B \rightarrow C + 2K$. Компонент А подается только в первый реактор, компонент В подается в каждый реактор. Для отвода избытка тепла в каждом реакторе установлен змеевик, по которому циркулирует охлаждающая вода. Построить математическую модель процесса. 3. В каскаде из трех реакторов идеального вытеснения протекает экзотермическая реакция $A + B \rightarrow C + 2K$. Компонент А подается только в первый реактор, компонент В подается в каждый реактор. Для отвода избытка тепла в каждом реакторе установлен змеевик, по которому циркулирует охлаждающая вода. Построить математическую модель процесса. 4. В каскаде из трех реакторов идеального вытеснения протекает экзотермическая реакция $A + B \rightarrow C + 2K$. Компонент А подается только в первый реактор, компонент В подается в каждый реактор. Для отвода избытка тепла в каждом реакторе установлен змеевик, по которому циркулирует охлаждающая вода. Построить математическую модель процесса. 5. В каскаде из трех реакторов идеального вытеснения протекает экзотермическая реакция $A + B \rightarrow C + 2K$. Компонент А подается только в первый реактор, компонент В подается в каждый реактор. Для отвода избытка тепла в каждом реакторе установлен змеевик, по которому циркулирует охлаждающая вода. Построить математическую модель процесса.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

Для курсового проекта/работы

5 семестр

I. Описание КП/КР

Задание на курсовое проектирование содержит следующие разделы: 1) Подобрать тип теплообменного аппарата, необходимого для подогрева (охлаждения) теплоносителя с заданными параметрами до нужной температуры или для передачи заданной тепловой нагрузки. 2) Провести тепловой конструктивный расчет теплообменного аппарата. Определить его эффективность. Выполнить его компоновку и разработать его конструкцию. Определить геометрические размеры аппарата. 3) Провести гидравлический расчет теплообменного аппарата, определить мощность нагнетателей, прокачивающих теплоносители через теплообменник. 4) Провести моделирование аппарата в FlowVision. РПЗ (расчетно-пояснительная записка) должна включать: 1) Задание, подписанное руководителем. 2) Расчетную часть, включающую тепловой, компоновочный и гидравлический расчеты аппарата, результаты моделирования в FlowVision. 3) Описание конструкции теплообменного аппарата с указанием материалов, из которых он должен быть изготовлен. 4) Сводную таблицу основных результатов, полученных в процессе расчета. 5) Список используемой литературы со ссылками на нее в тексте. Графическая часть должна включать: Чертеж общего вида теплообменного аппарата с проработкой конструкции отдельных наиболее важных узлов (по выбору студента), а также принципиальную схему технологического процесса, где применяется рассчитанный теплообменный аппарат. Графический материал должен быть представлен на листах формата А1.

II. Примеры задания и темы работы

Пример задания

Горячий теплоноситель Тип теплоносителя - водяной пар Температура на входе 60
градусов Цельсия Температура на выходе 40 градусов Цельсия Давление 8 кПа
Холодный теплоноситель Тип теплоносителя - вода Температура на входе 12 градусов
Цельсия Температура на выходе 35 градусов Цельсия Расход 15000 м³/ч Давление 1 бар

Тематика КП/КР:

Расчет и моделирование рекуперативного теплообменного аппарата

КМ-1. Контроль построения модели

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-2. Контроль программной реализации модели

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-3. Контроль подготовки РПЗ

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-4. Контроль подготовки чертежей

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Способы исследования систем и процессов
2. Введение в регрессионный анализ

Процедура проведения

Зачет проводится в устной форме на основе ответа на два теоретических вопроса. На подготовку к ответу отводится 45 минут.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-5_{ОПК-1} Применяет математический аппарат численных методов

Вопросы, задания

1. Способы исследования систем и процессов
2. Основные понятия и определения математического моделирования
3. Первичный анализ данных
4. Введение в корреляционный анализ
5. Введение в регрессионный анализ
6. Проверка адекватности математической модели
7. Полный факторный эксперимент
8. Планирование эксперимента с помощью ПФЭ
9. Дробный факторный эксперимент

Материалы для проверки остаточных знаний

1. С построения какой модели как правило начинается процесс моделирования?

Ответы:

1. логической;
2. физической;
3. математической;
4. имитационной;

Верный ответ: 3

2. Какое требование, предъявляемое при создании математической модели, должно быть учтено (выполнено) в полной мере?

Ответы:

1. модель должна быть достаточно простой и удобной для анализа и использования;
2. любое из перечисленных;
3. модель должна содержать описание всех возможных элементов и свойств этих элементов;
4. модель должна быть логически непротиворечивой;

Верный ответ: 1

3. Математические модели бывают:

Ответы:

1. классические

2. стационарные и динамические

3. линейные

Верный ответ: 2

4. В планировании эксперимента функция $Y=F(x)$ называется:

Ответы:

1. функцией активации

2. функцией отклика

3. функцией надежности

Верный ответ: 2

5. Сколько значений принимает каждый фактор при реализации ПФЭ

Ответы:

1. 1

2. 2

3. 3

Верный ответ: 2

6. Для проверки гипотезы о равенстве двух выборочных средних значений случайной величины, имеющей гауссовский закон распределения, используется:

Ответы:

1. критерий Фишера

2. критерий Пирсона

3. критерий Кохрена

4. критерий Стьюдента

Верный ответ: 2

7. Метод выявления наиболее существенных факторов исследуемого процесса, основанный на опросе специалистов, работающих в этой области, является:

Ответы:

1. методом ранговой корреляции

2. методом сверхнасыщенных планов

3. дисперсионным анализом

4. методом насыщенных планов.

Верный ответ: 1

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Составление уравнений теплового баланса
2. Моделирование насадочной колонны

Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме на основе ответа на два теоретических вопроса. На подготовку к ответу отводится 60 минут.

I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-4} Применяет современные математические пакеты для моделирования и исследования задач профессиональной деятельности

Вопросы, задания

- 1.Порядок построения аналитических моделей
- 2.Составление гидравлической модели системы
- 3.Компьютерное моделирование гидравлической системы
- 4.Составление уравнений теплового баланса
- 5.Составление уравнений модели теплообменного аппарата
- 6.Компьютерное моделирование теплообменного аппарата
7. Модели идеальных аппаратов
- 8.оставление комбинированных моделей процессов и аппаратов химической технологии
- 9.Составление уравнений материального баланса
- 10.Компьютерное моделирование емкости смешения
- 11.Моделирование химических реакций
- 12.Составление уравнений модели химической реакции
- 13.Компьютерное моделирование химического реактора
- 14.Моделирование насадочной колонны
- 15.Построение математической модели ректификационной колонны

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Теплообменником называют аппарат, предназначенный:

Ответы:

1. Для подвода тепла к теплоносителям
2. Для отвода теплоты от теплоносителя
3. Для сообщения теплоты одному из теплоносителей в результате его отвода от другого теплоносителя
4. Для сообщения теплоты одному из теплоносителей в результате его сообщения к другому теплоносителю

Верный ответ: 3

- 2.Какую размерность имеет коэффициент теплопередачи K

Ответы:

1. $Вт/(м \cdot К)$

2. Дж/(кг·К)

3. м²/с

4. Вт/(м²·К)

Верный ответ: 1

3. Какие основные типы химических реакторов вы знаете?

Ответы:

емкостные устройства, снабженные специальным механизмом для перемешивания сырья;

колонные с установками цилиндрической формы вертикального направления, в которых размещаются элементы;

трубчатого типа или реакторы вытеснения, которые представлены в трубчатом или канальном формате;

печи для процессов при высоких температурах;

прочие.

Верный ответ: емкостные устройства, снабженные специальным механизмом для перемешивания сырья; колонные с установками цилиндрической формы вертикального направления, в которых размещаются элементы; трубчатого типа или реакторы вытеснения, которые представлены в трубчатом или канальном формате; печи для процессов при высоких температурах; прочие.

4. Дайте определение времени контакта и напишите расчетную формулу.

Ответы:

время контакта, характеризующее среднее время пребывания частиц в реакторе

Верный ответ: время контакта, характеризующее среднее время пребывания частиц в реакторе

5. Химическая переменная характеризует

Ответы:

1. химический процесс в целом

2. изменение концентрации вещества из-за протекания реакции

3. глубину протекания стадии химической реакции

4. работу химического реактора

Верный ответ: 2

6. Уравнение Гульдберга и Вааге описывает

Ответы:

1. состояние равновесия химической реакции или ее стадии

2. зависимость скорости реакции от концентраций веществ

3. зависимость скорости реакции от температуры

4. зависимость константы скорости реакции от состава реакционной смеси

Верный ответ: 2

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Для курсового проекта/работы:

5 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Оценка за курсовой проект выставляется комиссией по результатам защиты, состоящей минимум из двух преподавателей кафедры ТМПУ. На защите курсового проекта студент должен представить развернутый рассказ о проделанной им работе и полученных результатах (продолжительностью не более 5 минут). Комиссия задает дополнительные вопросы студенту, знакомится с содержанием РПЗ и графическим материалом.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ». В приложение к диплому выносятся оценка за 2 семестр изучения дисциплины и за курсовой проект.