

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический  
университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по УР  
Н.И. Никифорова  
«30» мая 2022 г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине (модулю)

**Б1.В.ДВ.01.02 Моделирование процессов химической**  
(код и наименование дисциплины (модуля))  
**технологии**

**09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»**  
(код и наименование направления подготовки)

**Автоматизированные системы обработки информации и управления**  
(наименование профиля)


**бакалавр**  
квалификация

**форма обучения очная, очно-заочная**

Нижнекамск, 2022 г.

Составитель ФОС:

доцент

\_\_\_\_\_ 

Н.В. Лежнева

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ИСТ,  
протокол от 20.04.2022 г. № 8

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_ 

О.В. Матухина

Эксперт:

Ответственный за ООП,

разработчик учебного плана, ст. преподаватель каф. ИСТ

\_\_\_\_\_ 

А.А. Амаева

**Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины**

Компетенция:

ПК-3 Способен осуществлять оптимизацию функционирования базы данных

Индикаторы достижения компетенции:

ПК-3.1 Знает методы оптимизации функционирования баз данных, являющихся частью различных информационных систем;

ПК-3.2 Умеет осуществлять оптимизацию функционирования баз данных, являющихся частью различных информационных систем;

ПК-3.3 Владеет навыками оптимизации функционирования баз данных, являющихся частью различных информационных систем

<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</b>				<b>Наименование оценочного средства</b>
	<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия, лабораторный практикум</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	<b>Курсовой проект (работа)</b>	
ПК-3.1	<b>Тема 1- Тема 9</b>	<b>Не предусмотрены</b>	<b>Лаб. работа 1-5</b>	<b>Не предусмотрены</b>	<b>Тестирование, лаб. работа</b>
ПК-3.2		<b>Не предусмотрены</b>	<b>Лаб. работа 1-5</b>	<b>Не предусмотрены</b>	<b>Тестирование, лаб. работа</b>
ПК-3.3		<b>Не предусмотрены</b>	<b>Лаб. работа 1-5</b>	<b>Не предусмотрены</b>	<b>Тестирование, лаб. работа</b>

***Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)***

<b>Текущий рейтинг</b>	
Лаб. работа	Балл
№1	12-18
№2	12-18
№3	12-18
№4	12-18
№5	12-18
Тестирование	0-10
<b>ИТОГО</b>	<b>60-100</b>

### *Шкала оценивания*

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:
			зачет
5	87 - 100	Отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий
4	74 - 86	Хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
3	60 - 73	Удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
2	Ниже 60	Неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному

### Краткая характеристика оценочных средства

№п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.	Комплект контрольных заданий по вариантам
2	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы лабораторных работ.
3	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий для проведения итогового тестирования по дисциплине



y <sub>9</sub>	74,5	74,9	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5	74,5
y <sub>10</sub>	52,5	51,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5	52,5
y <sub>11</sub>	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5	75,5
y <sub>12</sub>	29,6	29,1	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6	29,6
y <sub>13</sub>	94,8	95,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8	94,8
y <sub>14</sub>	49,6	48,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6	49,6
y <sub>15</sub>	67,6	67,6	67,3	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6	67,6
y <sub>16</sub>	52,8	52,8	52,6	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8	52,8
y <sub>17</sub>	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8	62,8
y <sub>18</sub>	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4	95,4
y <sub>19</sub>	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7
y <sub>20</sub>	79	79,1	79,2	79,3	79,4	79,5	79,6	79,7	79,8	79,9	79,5	79,6	79,8	79,9
y <sub>21</sub>	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8
y <sub>22</sub>	78,6	78,6	78,6	78,6	78,6	78,6	78,6	78,6	78,6	78,6	78,6	78,6	78,6	78,6
y <sub>23</sub>	59	59,8	59,7	59,9	59,6	59,5	59,4	59,3	59,2	59,1	59,3	59,5	59,6	59,8
y <sub>24</sub>	46	46,1	46,2	46,3	46,4	46,5	46,6	46,7	46,8	46,9	46,5	46,6	46,8	46
y <sub>25</sub>	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52

### Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить теоретический материал (методы регрессионного и корреляционного анализов).
2. Выбрать вид уравнения регрессии.
3. Определить параметры выбранной зависимости.
4. Выполнить корреляционный и регрессионный анализ.
5. Отобразить результаты в лабораторном отчете.

### Лабораторная работа №2

#### Тема: «Метод множественной регрессии Брандона»

**Задание:** необходимо установить зависимости расхода флегмы в ректификационной колонне разделения широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) от состава ШФЛУ методом Брандона.

**Исходные данные:** в результате проведения пассивного эксперимента получен следующий статистический материал.

#### Вариант 1

№	Состав питания, кг/ч							Расход флегмы, кг/ч
	Этан	Пропан	Изобутан	Бутан	Изопентан	Пентан	Гексан	
1	123.5	3320.8	9534.5	14414.8	5748.7	6201.3	1810.6	18900.0
2	76.0	3811.4	6802.0	14185.4	4636.0	4700.6	3788.6	19400.0
3	117.0	7683.0	6357.0	12811.5	4465.5	3607.5	3958.5	23400.0
4	77.0	5813.5	4235.0	12358.5	5505.5	4312.0	6198.5	17700.0
5	55.0	2145.0	4482.5	8965.0	4207.5	4922.5	2667.5	11100.0
6	212.5	6672.5	8202.5	16745.0	4080.0	3612.5	2975.0	22000.0
7	67.5	3375.0	7965.0	15390.0	4275.0	5040.0	8865.0	17200.0

#### Вариант 2

№	Состав питания, кг/ч							Расход флегмы, кг/ч
	Этан	Пропан	Изобутан	Бутан	Изопентан	Пентан	Гексан	
1	143.5	3420.8	9554.5	14314.8	5760.7	6221.3	1910.6	18700.0
2	70.0	3861.4	6842.0	14125.4	4680.0	4770.6	3708.6	19450.0
3	127.0	7693.0	6457.0	12831.5	4415.5	3627.5	3950.5	22400.0
4	90.0	5833.5	4135.0	12308.5	5405.5	4292.0	6230.5	17800.0
5	57.0	2245.0	4442.5	8365.0	4257.5	4902.5	2607.5	11300.0
6	222.5	6692.5	8232.5	16645.0	4000.0	3692.5	3175.0	22500.0
7	87.5	3375.5	7915.0	15780.0	4295.0	5000.0	8895.0	17270.0



**Вариант 3**

№	Состав питания, кг/ч							Расход флегмы, кг/ч
	Этан	Пропан	Изобутан	Бутан	Изопентан	Пентан	Гексан	
1	163.5	3620.8	9654.5	14344.8	5660.7	6261.3	1950.6	18306.0
2	90.0	3361.4	6942.0	14195.4	4780.0	4790.6	3758.6	19451.0
3	117.0	7593.0	6557.0	12891.5	4455.5	3687.5	3955.5	22301.0
4	97.4	5883.5	4235.0	12328.5	5425.5	4202.0	6239.5	17867.0
5	59.0	2295.0	4142.5	8360.0	4217.5	4802.5	2637.5	11000.0
6	228.5	6592.5	8132.5	16640.0	4010.0	3392.5	3185.0	22400.0
7	75.5	3475.5	7815.0	15770.0	4395.0	5100.0	8695.0	17970.0

**Вариант 4**

№	Состав питания, кг/ч							Расход флегмы, кг/ч
	Этан	Пропан	Изобутан	Бутан	Изопентан	Пентан	Гексан	
1	113.5	3090.8	9434.5	14614.8	5798.7	6201.3	1910.6	19000.0
2	106.0	3801.4	6702.0	14195.4	4696.0	4700.6	3888.6	19400.0
3	110.0	7680.0	6457.0	12711.5	4475.5	3607.5	3908.5	22400.0
4	70.0	5713.5	4135.0	12758.5	5605.5	4312.0	6158.5	17800.0
5	65.0	2245.0	4582.5	8995.0	4307.5	4922.5	2637.5	12100.0
6	222.5	6772.5	8302.5	16795.0	4180.0	3612.5	2995.0	22005.0
7	97.5	3395.0	7865.0	15490.0	4295.0	5040.0	8875.0	17210.0

**Вариант 5**

№	Состав питания, кг/ч							Расход флегмы, кг/ч
	Этан	Пропан	Изобутан	Бутан	Изопентан	Пентан	Гексан	
1	103.5	3420.8	9574.5	14414.8	5748.7	6361.3	1860.6	18700.0
2	106.0	3891.4	6812.0	14185.4	4636.0	4703.6	3788.6	19450.0
3	110.0	7673.0	6358.0	12811.5	4465.5	3619.5	3858.5	23450.0
4	65.0	5843.5	4235.0	12358.5	5505.5	4412.9	6198.5	17701.0
5	65.0	2215.0	4482.5	8965.0	4507.5	4945.5	2697.5	11070.0
6	242.5	6572.5	8202.5	16745.0	4080.0	3492.5	3075.0	22090.0
7	60.5	3370.0	7965.0	15390.0	4275.0	5170.0	8765.0	17207.0

**Порядок выполнения лабораторной работы**

1. Изучить теоретический материал (нахождение уравнения регрессии методом Брандона).
2. Получить уравнение регрессии.
3. Отобразить результаты в лабораторном отчете.

**Лабораторная работа №3****Тема: «Моделирование структуры потоков»**

**Задание:** Через насадочный аппарат длиной  $L=10$  м, внутренним диаметром  $D=0.065$  м и коэффициентом заполнения насадкой  $G=0.7$  протекает жидкость с объемной скоростью  $f=1$  л/с. Получить математическую модель структуры гидродинамического потока в аппарате на основе экспериментальных данных.

**Исходные данные для выполнения лабораторной работы**

На вход аппарата подавали 250 г. индикатора в виде  $\delta$ -функции, результаты эксперимента приведены в таблице.

t, с	Номер варианта												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	5.4	0.3	0.1	4.3	0.5	0.1	6.5	1	0.1	3.3	0.4	0.2	1
2	14.4	2	0.8	12.2	2.8	0.5	16.5	4.9	1.1	9.9	2.5	1.3	2.6
3	21.7	2.9	2.6	19.3	6.8	1.8	23.6	10.6	3.6	16.5	6	2.8	5

4	25.8	8.7	5.5	24.2	11.3	3.9	26.8	16.1	7.2	21.7	10.3	4.9	7.8
5	27.1	12.6	9	26.6	15.5	6.8	26.7	20	11.3	25.1	14.4	7	12
6	26.1	16.1	12.5	27	18.9	9.9	24.5	22	14.9	26.8	17.9	10	16
7	23.8	18.9	15.6	25.9	21.2	13	21.3	22.3	17.6	27	20.4	13.5	18.9
8	20.9	20.9	17.8	23.8	22.2	15.6	17.7	21.2	19.1	26.1	21.9	16.8	21.4
9	17.4	22	19.1	21.3	22.3	17.6	14.3	19.3	19.5	24.5	22.4	18	23.2
10	14.7	22.4	19.5	18.5	21.6	18.9	11.2	16.9	19	22.4	22.1	17.6	23
12	9.5	21.2	18.2	13.2	18.5	19.4	6.6	11.9	16	17.7	21.1	15.3	21.4
14	5.8	18.5	15.2	8.9	14.6	17.9	3.6	7.7	12.1	13.2	19.7	12.3	19
16	3.4	15.2	12.6	5.8	10.8	15.2	1.9	4.6	8.4	9.5	18	10	17
18	1.9	11.9	8.4	3.6	7.7	12.1	1	2.7	5.4	6.6	16.2	8	14.5
20	1.1	8.9	5.7	2.2	5.2	9.1	0.5	1.5	3.4	4.5	14.3	6.5	12.5
22	0.6	6.5	3.8	1.3	3.4	6.6	0.2	0.8	2	3	12.5	5.4	10.6
24	0.3	4.6	2.4	0.8	2.2	4.7	0.1	0.4	1.2	1.9	10.7	4.6	9
26	0.2	3.3	1.5	0.5	1.4	3.2		0.2	0.6	1.2	9.2	3.9	7
28	0.1	2.2	0.9	0.3	0.9	2.1		0.1	0.4	0.8	7.7	3.2	6
30		1.5	0.5	0.2	0.5	1.4			0.2	0.5	6.5	2.8	5
32		1	0.3	0.1	0.3	0.9			0.1	0.3	5.4	2.3	3.9
34		0.7	0.2		0.2	0.6				0.2	4.5	1.8	3.1
36		0.4	0.1		0.1	0.4				0.1	3.7	1.6	2.6
38		0.3				0.2					3	1.3	2.3
40		0.2				0.1					2.4	1.1	
42		0.1										.9	

t,c	14	15
1	0.8	0.6
2	3	2
3	8	4.3
4	13	7.8
5	18	11.8
6	21.2	16
7	23.6	18.2
8	25.3	21
9	25.9	22.8
10	26	22.1
12	25.2	20.4
14	23.4	18.3
16	20.8	16.2
18	17.6	13.5
20	14.8	11
22	12.5	9.5
24	10.6	7.8
26	9.1	5.9
28	7.8	4.5
30	6.6	3.3
32	5.8	2.7
34	4.9	2.1
36	4.2	1.8
38	3.6	1.5
40	3	1.2

42		0.9
----	--	-----

### Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить теоретический материал (типовые модели структуры потоков).
2. Выбрать вид модели структуры потока по виду функции распределения времени пребывания частиц в аппарате и соотношению его размеров.
3. По экспериментальным данным определить параметр выбранной модели.
4. Получить математическую модель структуры потока и разработать программу расчета концентрации индикатора в выходном потоке.
5. Проверить полученную модель на адекватность.
6. Отразить результаты в лабораторном отчете.

### Лабораторная работа №4

#### Тема: «Математическое моделирование процесса ректификации»

**Задание:** Ознакомиться с математической моделью процесса ректификации и разработать на ее основе соответствующий моделирующий алгоритм. Освоить методику и алгоритм расчета статических режимов работы аппарата. Сформировать перечень возмущающих и управляющих параметров процесса ректификации. Выбрать наиболее рациональную структуру АСР и определения заданий регуляторам систем, обеспечивающих управление процессом, близкое к оптимальному.

#### Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Количество тарелок в колонне  $n = 18$ , номер тарелки питания  $f = 10$ ,  $S = 1 \text{ м}^2$ . Ограничение по паровому потоку (задаются исходя из условий беспровальной работа тарелок и отсутствия уноса)  $100 \leq V \leq 500$  кмоль/ч. Требования к качеству дистиллята и кубового продукта (задаются исходя из требований технологического регламента):  $x_{n+1,3} = 0,973$ ;  $x_{0,3} = 0,0085$ . Численные значения расхода  $F$  и состава  $x_F$  питания (минимальный, средний и верхний уровни возмущений процесса) приведены в табл.

Величина	Единица измерения	Вариант				
		I	II	III	IV	V
$F^{\min}$	кмоль/ч	229,3	229,3	229,3	229,3	229,3
$x_F^{\min}$	мол. доли	0,232	0,232	0,232	0,232	0,232
$F^{\text{ном}}$	кмоль/ч	258,0	258,0	229,3	258,0	258,0
$x_F^{\text{ном}}$	мол. доли	0,273	0,232	0,273	0,273	0,315
$F^{\max}$	кмоль/ч	287,0	287,0	258,0	287,0	287,0
$x_F^{\max}$	мол. доли	0,315	0,273	0,315	0,273	0,315

В качестве целевой функции (критерий оптимальности статического режима) можно принять:

- максимум выхода дистиллята (максимум производительности);
- максимум дохода;
- минимум энергозатрат.

#### Порядок выполнения лабораторной работы

1. Подготовить исходные данные для расчета математической модели.
2. Составить программу расчета допустимых областей управления в плоскости параметров D-V на ЭВМ, используя описанные алгоритмы STAT B05 и STAT B06.
3. Рассчитать на ЭВМ и построить допустимые области управления в плоскости параметров D-V для номинальных, минимальных и максимальных значений  $F$  и  $x_F$ .
4. Определить положения точек наилучшего значения критерия оптимальности на кривых  $x_{n+1,3}$  для номинальных, минимальных и максимальных значений  $F$  и  $x_F$ , оптимальных в смысле выбранного критерия управления.

5. Оценить меру несовпадения критерия оптимизации  $Q$  в режимах, поддерживаемых исследуемыми АСР и в оптимальных режимах при возмущениях  $(F^{\min}, x_F^{\min})$ ,  $(\tilde{F}, \tilde{x}_F)$  и  $(F^{\max}, x_F^{\max})$ , используя выражение  $\Delta Q = \frac{1}{3} \{ |Q_{\text{АСР}} - Q_{\text{opt}}|_{F^{\min}, x_F^{\min}} + |Q_{\text{АСР}} - Q_{\text{opt}}|_{\tilde{F}, \tilde{x}_F} + |Q_{\text{АСР}} - Q_{\text{opt}}|_{F^{\max}, x_F^{\max}} \}$ .
6. На основе сравнения множества режимов, поддерживаемых различными АСР, используемыми при автоматизации ректификационных колонн (раздел 3) с положениями найденных оптимальных режимов, выбрать наиболее рациональную для данных условий работы автоматическую систему регулирования.
7. Отобразить результаты в лабораторном отчете.

### Лабораторная работа №5

#### Тема: «Моделирование кинетики химических реакций»

**Задание:** Освоение методики решения прямой задачи кинетики для заданной кинетической схемы процесса. Кинетические схемы процессов заданы по вариантам,  $k_1 = 0.001$ ,  $k_2 = 0.05$ ,  $k_3 = 0.02$  (размерность констант скоростей: 1)  $\text{с}^{-1}$ , если реакция мономолекулярная, т.е. протекает с участием одной молекулы реагента; 2)  $\text{л}/(\text{моль} \cdot \text{с})$ , если реакция бимолекулярная, т.е. протекает с участием двух молекул реагента). Начальные концентрации реагентов:  $[A]_0 = [B]_0 = 1$  моль/л,  $[C]_0 = [D]_0 = 0$  моль/л (где [...] – обозначение концентрации, индекс 0 обозначает начальный момент времени).

#### Исходные данные для выполнения лабораторной работы

Варианты кинетических схем процессов

вариант 1	вариант 2	вариант 3
$A \xrightarrow{k_1} B \begin{cases} \xrightarrow{k_2} C \\ \xrightarrow{k_3} D \end{cases}$	$A + B \xrightarrow{k_1} C + D$	$A + B \xrightleftharpoons[k_1]{k_1} C + D$
вариант 4	вариант 5	вариант 6
$A + B \xrightarrow{k_1} C \xrightarrow{k_2} A + D$	$A \begin{cases} \xrightarrow{k_1} B \\ \xleftarrow{k_2} A \\ \xrightarrow{k_3} C \end{cases}$	$2A \xrightarrow{k_1} B \begin{cases} \xrightarrow{k_2} 2C \\ \xrightarrow{k_3} D \end{cases}$
вариант 7	вариант 8	вариант 9
$A + B \xrightarrow{k_1} 2C + D$	$A + B \xrightleftharpoons[k_2]{k_1} 2C$	$A + B \xrightarrow{k_1} C \xrightarrow{k_2} 2A$
вариант 10	вариант 11	вариант 12
$A \begin{cases} \xrightarrow{k_1} 2B \\ \xleftarrow{k_2} A \\ \xrightarrow{k_3} C \end{cases}$	$A \begin{cases} \xrightarrow{k_1} B \\ \xrightarrow{k_1} C \end{cases} \begin{cases} B \xrightarrow{k_2} D \\ C \xrightarrow{k_3} D \end{cases}$	$A \begin{cases} \xrightarrow{k_1} B \\ \xleftarrow{k_3} C \end{cases} \begin{cases} B \xrightarrow{k_2} C \\ C \xrightarrow{k_2} D \end{cases}$
вариант 13	вариант 14	вариант 15
$A + B \xrightleftharpoons[k_3]{k_1} C \xrightleftharpoons[k_3]{k_2} D$	$A \begin{cases} \xrightarrow{k_2} C \\ \xrightarrow{k_1} B \\ \xrightarrow{k_3} D \end{cases}$	$A + B \xrightarrow{k_1} C$ $A + C \xrightarrow{k_2} D$

**Порядок выполнения лабораторной работы**

1. Подготовить исходные данные для расчета математической модели.
2. Записать по закону действующих масс уравнения модели кинетики процесса.
2. Решить прямую задачу кинетики при заданных начальных условиях на ЭВМ.
3. Построить кинетические кривые.
4. Отобразить результаты в лабораторном отчете.

**Критерии оценки:** Количество баллов, которое можно получить за лабораторную работу- 18, а минимальное- 12 б.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет Информационных технологий*  
*Кафедра Информационных систем и технологий*

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
Профиль: Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)

**Комплект тестовых заданий** по дисциплине моделирование процессов химической технологии

### **Вариант №1**

#### **Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов**

*Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.*

1.1. Какие различают способы ввода индикатора для исследования структуры потоков:

- 1) импульсный;
- 2) хаотичный;
- 3) ступенчатый;
- 4) бесконечный;
- 5) циклический.

1.2. Среднее время пребывания вещества в аппарате:

- 1)  $\tau = V / v$ ;
- 2)  $\tau = v/v$ ;
- 3)  $\tau = u / L$ ;
- 4)  $\tau = L / u$ ;
- 5)  $\tau = V / L$ .

1.3. Виды эксперимента:

- 1) активный;
- 2) застойный;
- 3) пассивный;
- 4) сверхактивный;
- 5) периодический.

1.4. Виды математических моделей исходя из пространственно-временных признаков:

- 1) модели со сосредоточенными параметрами;
- 2) модели с распределенными параметрами;
- 3) статические модели;
- 4) сетевые модели;
- 5) динамические модели/

1.5. Математическое моделирование включает этапы:

- 1) составление математического описания изучаемого объекта;
  - 2) проведение физического эксперимента;
  - 3) выбор метода решения системы уравнений математического описания и реализация его в форме моделирующей программы;
  - 4) установление соответствия (адекватности) модели объекту;
  - 5) внедрение результатов моделирования.
- 1.6. Перечислите методы составления математического описания объекта:
- 1) аналитический;
  - 2) экспериментальный;
  - 3) симплексный метод;
  - 4) экспериментально-аналитический;
  - 5) методы вариационного исчисления.
- 1.7. В состав математической модели, разработанной аналитическим путем входят следующие группы уравнений:
- 1) уравнения балансов;
  - 2) регрессионные соотношения;
  - 3) уравнения элементарных процессов теплопередачи, массопередачи, химической кинетики;
  - 4) уравнения начальных и граничных условий;
  - 5) эмпирические, теоретические и полуэмпирические зависимости.
- 1.8. Моменты систематизируются по признакам:
- 1) по порядку;
  - 2) по номеру;
  - 3) по началу отсчета;
  - 4) по назначению;
  - 5) по виду случайной величины.
- 1.9. Разновидности планов факторного эксперимента:
- 1) временной план;
  - 2) полный факторный эксперимент;
  - 3) систематический план;
  - 4) дробный факторный эксперимент;
  - 5) композиционный план.
- 1.10. Какие из уравнений являются уравнениями множественной корреляции:
- 1)  $\hat{y} = b_0 + b_1x$ ;
  - 2)  $\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_kx_k$ ;
  - 3)  $\hat{y} = b_0 + b_1x + b_2x^2$ ;
  - 4)  $\hat{y} = af_1(x_1)f_2(x_2) * \dots * f_k(x_k)$ ;
  - 5)  $\hat{y} = f(x)$ .

## **Часть II. Задание с выбором одного верного ответа**

*Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.*

2.1. Выберите уравнение модели идеального смешения:

- 1)  $V \frac{dC}{dt} = v(C_{\text{вх}} - C)$ ;
- 2)  $\frac{\partial C}{\partial \tau} + u \frac{\partial C}{\partial x} = 0$ ;
- 3)  $\frac{\partial C}{\partial \tau} + u \frac{\partial C}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$ ;

$$4) \begin{cases} C_{\text{вх}} - C_1 = \tau \frac{dC_1}{dt}, \\ C_1 - C_2 = \tau \frac{dC_2}{dt}, \\ \dots \\ C_{N-1} - C_N = \tau \frac{dC_N}{dt}. \end{cases}$$

2.2. Дайте определение полного факторного эксперимента  $2^k$  :

- 1) если опыты проводятся только на двух уровнях, при двух значениях факторов, и при этом в процессе эксперимента осуществляются все возможные комбинации из k факторов;
- 2) если опыты проводятся только двух уровнях, при двух значениях факторов;
- 3) если опыты проводятся на трех уровнях;
- 4) если опыты проводятся только на двух уровнях, при двух значениях факторов, и при этом в процессе эксперимента осуществляются выборочные комбинации из k факторов.

2.3. Среднее время пребывания вещества в аппарате:

- 1)  $\tau = V / v$ ;
- 2)  $\tau = v / V$ ;
- 3)  $\tau = w / L$ ;
- 4)  $\tau = L / V$ .

2.4. Математическая модель – это:

- 1) приближенное описание какого-либо явления или процесса внешнего мира;
- 2) приближенное описание какого-либо явления или процесса внешнего мира, выраженное с помощью математической символики;
- 3) набор математических символов;
- 4) комплекс программ.

2.5. Выберите уравнение модели идеального вытеснения:

- 1)  $V \frac{dC}{dt} = v(C_{\text{вх}} - C)$ ;
- 2)  $\frac{\partial C}{\partial \tau} + u \frac{\partial C}{\partial x} = 0$ ;
- 3)  $\frac{\partial C}{\partial \tau} + u \frac{\partial C}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$ ;
- 4)  $\begin{cases} C_{\text{вх}} - C_1 = \tau \frac{dC_1}{dt}, \\ C_1 - C_2 = \tau \frac{dC_2}{dt}, \\ \dots \\ C_{N-1} - C_N = \tau \frac{dC_N}{dt}. \end{cases}$

2.6. Выберите условие для определения коэффициентов уравнения регрессии методом наименьших квадратов:

- 1)  $\Phi = \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2 = \min$ ;
- 2)  $\Phi = \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2 = 0$ ;
- 3)  $\Phi = \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2 = \max$ ;
- 4)  $\Phi = \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2 \geq 0$ .

2.8. Дробный факторный эксперимент позволяет:

- 1) сократить количество опытов в эксперименте;
- 2) повысить точность уравнения регрессии;
- 3) увеличить количество опытов в эксперименте;
- 4) исключить необходимость проверки на значимость коэффициенты уравнения регрессии.

2.9. В каком эксперименте получают несмешанные оценки для коэффициентов регрессии:

- 1) полный факторный эксперимент;
- 2) дробный факторный эксперимент  $2^{k-1}$ ;
- 3) композиционный план; 4) дробный факторный эксперимент  $2^{k-2}$ .

2.10. Выберите уравнение однопараметрической диффузионной модели:



$$\begin{aligned}
1) & V \frac{dC}{dt} = v(C_{\text{вх}} - C); \\
2) & \frac{\partial C}{\partial \tau} + u \frac{\partial C}{\partial x} = 0; \\
3) & \frac{\partial C}{\partial \tau} + u \frac{\partial C}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}; \\
4) & \begin{cases} C_{\text{вх}} - C_1 = \tau \frac{dC_1}{dt}, \\ C_1 - C_2 = \tau \frac{dC_2}{dt}, \\ \dots \\ C_{N-1} - C_N = \tau \frac{dC_N}{dt}. \end{cases}
\end{aligned}$$

### **Часть III. Задание на упорядочение ответов**

Установите соответствие между разрозненными частями утверждения

3.1. Установите соответствие между моделью и областью ее применения:

1) модель идеального вытеснения	а) каскады реакторов с мешалками; тарельчатые колонны; аппараты с псевдоожиженными слоями; насадочные колонны
2) модель идеального смешения	б) трубчатые аппараты с отношением длины к диаметру свыше 20
3) ячеечная модель	в) цилиндрические аппараты со сферическим дном в условиях интенсивного перемешивания с отражательными перегородками; барботажные аппараты с близкими размерами диаметра и высоты в условиях интенсивного барботажа

3.2. Установите причинно-следственную связь:

1) если $F = \frac{S_{\text{ост}}^2}{S_{\text{воспр}}^2} \leq F_p(f_1, f_2)$	а) то коэффициент является значимым
2) если $t_j = \frac{ b_j }{s_{t_j}} \geq t_p(f)$	б) то уравнение адекватно
3) если $G_{\text{max}} = \frac{S_{\text{max}}^2}{\sum_{i=1}^N s_i^2} \leq G_p(f_1, f_2)$	в) то дисперсия однородна

3.3. Установите соответствие между характеристиками:

1) второй центральный момент	а) характеризует скошенность, или асимметрию распределения
2) четвертый центральный момент	б) характеризует рассеяние случайной величины
3) третий центральный момент	в) характеризует «крутость» распределения

3.4. Установите соответствие между моделью и ее признаками:

1) модели с распределенными параметрами	а) параметры моделируемого аппарата меняются во времени
2) динамические модели	б) параметры моделируемого аппарата меняются в пространств
3) модели с сосредоточенными параметрами	в) параметры моделируемого аппарата неизменны в пространств

3.5. Установите соответствие между определением и математической формой записи:

1) критерий Стьюдента	а) $F = \frac{S_y^2}{S_{\text{ост}}^2}$
2) критерий Фишера	б) $G = \frac{S_{\text{max}}^2}{\sum_{i=1}^N s_i^2}$
3) критерий Кохрена	в) $t_j = \frac{ b_j }{s_{t_j}}$

## **Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов**

*Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.*

1.11. При проведении регрессионного анализа используются:

- 1) критерий Кохрена;
- 2) критерий Рейнольдса;
- 3) критерий Пекле;
- 4) критерий Стьюдента;
- 5) критерий Фишера.

1.2. Типовыми моделями структуры потоков в аппаратах химической технологии являются:

- 1) модель идеального вытеснения;
- 2) модель идеального перемешивания;
- 3) ячеечная модель;
- 4) комбинированная модель;
- 5) диффузионная модель.

1.3. Какие процессы исследуются методами математического моделирования:

- 1) теплообменные;
- 2) массообменные;
- 3) реакционные;
- 4) совмещенные;
- 5) гидродинамические.

1.4. Виды застойных зон, встречающихся на практике:

- 1) зоны идеального смешения;
- 2) зоны с обменом с основным потоком;
- 3) зоны идеального вытеснения;
- 4) зоны с байпасирующим потоком;
- 5) зоны без обмена с основным потоком.

1.5. Перечислите основные понятия математического моделирования:

- 1) математическая модель;
- 2) физическая модель;
- 3) адекватность модели;
- 4) метод решения;
- 5) 3D-модель.

1.6. Перечислите элементы комбинированной модели структуры потоков:

- 1) рецикл;
- 2) сумматор;
- 3) байпас;
- 4) застойные зоны;
- 5) делитель.

1.7. Перечислите описательные модели ХТС:

- 1) химическая;
- 2) функциональная;
- 3) операционная;
- 4) технологическая;
- 5) математическая.

1.8. Экспериментально-статистические методы построения уравнения регрессии:

- 1) подразумевают применение фундаментальных законов сохранения;
- 2) подразумевают проведение полного факторного эксперимента;
- 3) подразумевают проведение методов системного анализа;
- 4) подразумевают проведение дробного факторного эксперимента;

5) подразумевают применение композиционного плана.

1.9. Блочный принцип построения математической модели позволяет:

- 1) усложнить задачу моделирования;
- 2) использовать разработанные ранее блоки уравнений в решении новых задач;
- 3) модернизировать блоки уравнений независимо от других;
- 4) повысить точность получаемой модели;
- 5) упростить задачу моделирования.

1.10. Цели математического моделирования:

- 1) определение оптимальных условий протекания процесса;
- 2) устранение процесса;
- 3) управление процессом;
- 4) проектирование процесса;
- 5) модернизация процесса.

## **Часть II. Задание с выбором одного верного ответа**

*Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.*

2.1. Параметр ячеечной модели:

- 1) длина аппарата;
- 2) количество ячеек;
- 3) объем аппарата;
- 4) коэффициент обратного перемешивания.

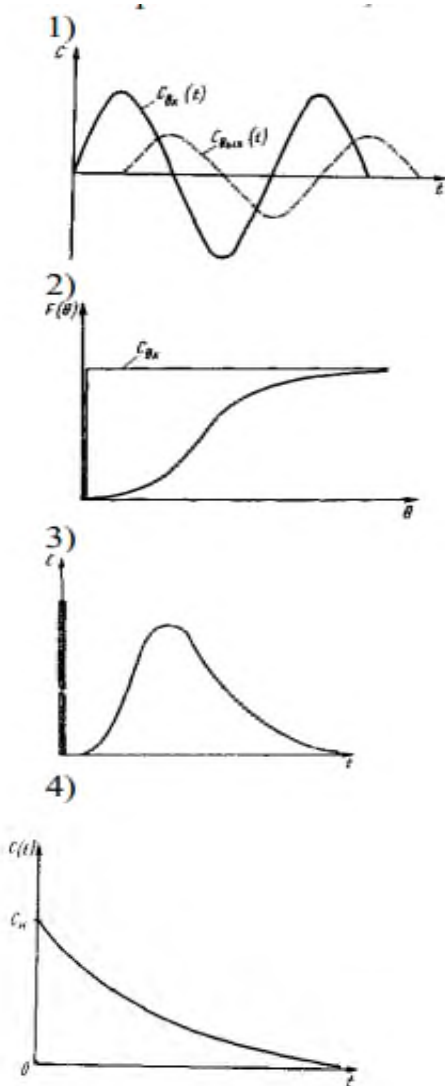
2.2. В каком эксперименте получают несмешанные оценки для коэффициентов регрессии:

- 1) полный факторный эксперимент;
- 2) дробный факторный эксперимент  $2^{k-1}$ ;
- 3) композиционный план;
- 4) дробный факторный эксперимент  $2^{k-2}$ .

2.3. При числе ячеек, стремящемся к бесконечности, ячеечная модель преобразуется:

- 1) в модель идеального вытеснения;
- 2) в модель идеального смешения;
- 3) в комбинированную модель; 4) в диффузионную модель.

2.4. Кривая отклика, соответствующая сигналу ступенчатой формы, имеет вид:



2.5. В соответствии с методом ступенчатого возмущения:

- 1) в поток на входе его в аппарат практически мгновенно, в виде дельта-функции, вводят определенное количество индикатора;
- 2) в поток жидкости, поступающей в аппарат и не содержащей индикатора, вносят некоторое количество индикатора таким образом, что его концентрация во входящем потоке изменяется скачком от нуля до некоторого значения и в дальнейшем поддерживается на этом уровне;
- 3) получают на выходе функцию отклика, представляющую собой синусоиду;
- 4) индикатор не вводится в поток на входе аппарата.

2.6. Математическая модель – это:

- 1) приближенное описание какого-либо явления или процесса внешнего мира;
- 2) приближенное описание какого-либо явления или процесса внешнего мира, выраженное с помощью математической символики;
- 3) набор математических символов;
- 4) комплекс программ.

2.7. Ячеечная модель имеет вид:

- 1)  $V \frac{dc}{dt} = v(C_{Bx} - C)$ ;
- 2)  $\frac{\partial c}{\partial \tau} + u \frac{\partial c}{\partial x} = 0$ ;
- 3)  $\frac{\partial c}{\partial \tau} + u \frac{\partial c}{\partial x} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}$ ;

$$4) \begin{cases} C_{\text{вх}} - C_1 = \tau \frac{dC_1}{dt}, \\ C_1 - C_2 = \tau \frac{dC_2}{dt}, \\ \dots \\ C_{N-1} - C_N = \tau \frac{dC_N}{dt}. \end{cases}$$

2.9. В соответствии с методом импульсного возмущения:

- 1) получают на выходе функцию отклика, представляющую собой синусоиду;
- 2) в поток жидкости, поступающей в аппарат и не содержащей индикатора, вносят некоторое количество индикатора таким образом, что его концентрация во входящем потоке изменяется скачком от нуля до некоторого значения и в дальнейшем поддерживается на этом уровне;
- 3) в поток на входе его в аппарат практически мгновенно, в виде дельта-функции, вводят определенное количество индикатора;
- 4) на выходе получают F-кривую.

2.10. Для проверки значимости коэффициентов уравнения регрессии используется:

- 1) критерий Стьюдента;
- 2) критерий Фишера;
- 3) критерий Кохрена;
- 4) критерий Рейнольдса.

### **Часть III. Задание на упорядочение ответов**

*Установите соответствие между разрозненными частями утверждения*

3.1. Установите соответствие между задачей и ее содержанием:

1) задача анализа ХТС	а) требуется обеспечить наибольшую эффективность технологического процесса
2) задача синтеза ХТС	б) требуется определить: – элементный состав ХТС для переработки сырья в продукты; – структуру связей между элементами; – режимы отдельных элементов и системы в целом, обеспечивающих необходимые показатели производства и его эффективное функционирование
3) задача оптимизации ХТС	в) требуется определить сведения о состоянии ХТС, показателей эффективности ее функционирования, а также влиянии химической схемы, структуры технологических связей, свойств и состояния элементов и подсистем, условий эксплуатации

3.2. Установите соответствие между определением и математической формулировкой:

1) модель идеального вытеснения	а) $V \frac{dC}{dt} = v(C_{\text{вх}} - C)$
2) ) модель идеального смешения	б) $\frac{\partial C}{\partial \tau} + u \frac{\partial C}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$
3) диффузионная модель	в) $\frac{\partial C}{\partial \tau} + u \frac{\partial C}{\partial x} = 0$

3.3. Определите сущность метода построения модели

1) Аналитический	а) предполагает использование методов экспериментального исследования и применение фундаментальных законов сохранения
2) Экспериментальный	б) предполагает наличие теоретических сведений о физико-химических свойствах, о кинетике химического превращения, знание и сведений о конструкции объекта и гидродинамической структуре потоков протекающих в пределах этой конструкции.
3) Экспериментально-аналитический	в) предполагает линейную зависимость параметров между собой их сосредоточенность, реализуется с помощью эксперимента

3.4. Установите связь:

1) проверка на адекватность уравнения	а) критерий Стьюдента
б) критерий Фишера	2) проверка на значимость коэффициентов уравнения
в) критерий Кохрена	3) проверка на однородность дисперсии

3.5. Установите соответствие между определением и математической формой записи:

1) начальный моментом $\beta$ -го порядка для дискретных величин	а) $\mu_\beta = \int_A (x - m_x)^\beta f(x) dx$
2) начальный момент $\beta$ -го порядка для непрерывной величины	б) $\alpha_\beta = \sum_{i=1}^n x_i^\beta p_i$
3) центральный момент $\beta$ -го порядка для непрерывной величины	в) $\alpha_\beta = \int_A x^\beta f(x) dx$

### Вариант №3

#### **Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов**

*Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.*

1.1. Перечислите графические модели ХТС:

- 1) структурная;
- 2) функциональная;
- 3) операционная;
- 4) технологическая;
- 5) специальная.

1.2. Моменты систематизируются по признакам:

- 1) по порядку;
- 2) по номеру;
- 3) по началу отсчета;
- 4) по назначению;
- 5) по виду случайной величины.

1.3. Какими уравнениями представлены динамические модели:

- 1) алгебраическими уравнениями;
- 2) дифференциальными уравнениями первого порядка;
- 3) интегральными уравнениями;
- 4) дифференциальными уравнениями в частных производных;
- 5) конечно-разностными уравнениями.

1.4. Регрессионный анализ включает:

- 1) построение уравнения регрессии;
- 2) поиск оптимального решения;
- 3) проверку значимости коэффициентов уравнения регрессии;
- 4) проверку на однородность выборочной дисперсии;
- 5) проверку на адекватность уравнения регрессии.

1.5. Достоинства оптимальных двухуровневых планов:

- 1) все коэффициенты определяются независимо друг от друга;
- 2) простота вычислений;
- 3) каждый коэффициент определяется по результатам всех N опытов;
- 4) отсутствие необходимости проверки на адекватность уравнения регрессии;
- 5) все коэффициенты регрессии определяются с одинаковой и минимальной дисперсией.

1.6. Какие индикаторы используют при исследовании структуры потока:

- 1) порошок;

- 2) растворы солей;
  - 3) красители;
  - 4) твердые вещества;
  - 5) ядовитые вещества.
- 1.7. Отдельные зоны комбинированной модели могут быть описаны:
- 1) моделью идеального смешения;
  - 2) функциональной моделью;
  - 3) моделью идеального вытеснения;
  - 4) диффузионной моделью;
  - 5) технологической моделью.
- 1.8. Какими уравнениями представлены модели с распределенными параметрами:
- 1) алгебраическими уравнениями;
  - 2) дифференциальными уравнениями первого порядка;
  - 3) интегральными уравнениями;
  - 4) дифференциальными уравнениями в частных производных;
  - 5) конечно-разностными уравнениями.
- 1.9. Комбинированные модели структуры потоков могут состоять:
- 1) из последовательно соединенных зон;
  - 2) из параллельно соединенных зон;
  - 3) из последовательно-параллельно соединенных зон;
  - 4) из рециркулирующих потоков;
  - 5) из байпасирующих потоков.
- 1.10. Этап выбора метода решения и разработки моделирующей программы включает:
- 1) выбор критериев задачи моделирования;
  - 2) выбор метода решения уравнений модели;
  - 3) разработку алгоритма метода;
  - 4) разработку моделирующей программы;
  - 5) постановку задачи моделирования.

## **Часть II. Задание с выбором одного верного ответа**

*Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.*

- 2.1. Эмпирическая линия регрессии необходима для:
- 1) расчета критерия Фишера;
  - 2) расчета критерия Стьюдента;
  - 3) определения вида уравнения регрессии;
  - 4) получения общего вида системы нормальных уравнений.
- 2.2. При числе ячеек, равном одному, ячеечная модель преобразуется:
- 1) в модель идеального вытеснения;
  - 2) в модель идеального смешения;
  - 3) в комбинированную модель;
  - 4) в диффузионную модель.
- 2.3. Почти стационарную область описывают:
- 1) линейными уравнениями;
  - 2) нелинейными уравнениями;
  - 3) дифференциальными уравнениями;
  - 4) интегральными уравнениями.
- 2.4. В композиционном плане количество опытов:
- 1)  $N = 2^k$  ;

- 2)  $N=2^k + 2k + n_0$ ,  $k < 5$ ,  
 $N=2^{k-1} + 2k + n_0$ ,  $k \geq 5$ ;
- 3)  $N = 3^k$ ;
- 4)  $N = 2^{k-1}$ .
- 2.5. Для проверки адекватности уравнения регрессии используется:
- 1) критерий Стьюдента;
  - 2) критерий Фишера;
  - 3) критерий Кохрена;
  - 4) критерий Рейнольдса.
- 2.6. Укажите, какой план предполагает проведение параллельных опытов в центре плана:
- 1) полный факторный эксперимент;
  - 2) дробный факторный эксперимент  $2^{k-1}$ ;
  - 3) композиционный план;
  - 4) дробный факторный эксперимент  $2^{k-2}$ .
- 2.7. Передаточная функция аппарата идеального смешения имеет вид:
- 1)  $W(p) = \frac{1}{1+\tau p}$ ;
  - 2)  $W(p)=C(p)$ ;
  - 3)  $W(p)=e^{-p\tau}$ ;
  - 4)  $W(p)=p$ .
- 2.8. Расчет коэффициентов уравнения регрессии проводится с применением:
- 1) экспериментального метода;
  - 2) метода наименьших квадратов;
  - 3) индикаторного метода;
  - 4) метода «проб и ошибок».
- 2.9. Для проверки однородности выборочной дисперсии:
- 1) критерий Стьюдента;
  - 2) критерий Фишера;
  - 3) критерий Кохрена;
  - 4) критерий Рейнольдса.
- 2.10. Передаточная функция аппарата идеального вытеснения имеет вид:
- 1)  $W(p) = \frac{1}{1+\tau p}$ ;
  - 2)  $W(p)=C(p)$ ;
  - 3)  $W(p)=e^{-p\tau}$ ;
  - 4)  $W(p)=p$ .

### **Часть III. Задание на упорядочение ответов**

*Установите соответствие между разрозненными частями утверждения*

3.1. Установите связь:

1) проверка на адекватность уравнения	а) критерий Стьюдента
2) проверка на значимость коэффициентов уравнения	б) критерий Фишера
3) проверка на однородность дисперсии	в) критерий Кохрена

3.2. Установите соответствие между определением и математической формой записи:

1) критерий Стьюдента	а) $F = \frac{s_y^2}{s_{ост}^2}$
2) критерий Фишера	б) $G = \frac{s_{max}^2}{\sum_{i=1}^N s_i^2}$



3) критерий Кохрена	в) $t_j = \frac{ b_j }{s_{t_j}}$
---------------------	----------------------------------

3.3. Установите соответствие между определением и математической формулировкой:

1) модель идеального вытеснения	а) $V \frac{dC}{dt} = v(C_{\text{вх}} - C)$
2) модель идеального смешения	б) $\frac{\partial C}{\partial \tau} + u \frac{\partial C}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$
3) диффузионная модель	в) $\frac{\partial C}{\partial \tau} + u \frac{\partial C}{\partial x} = 0$

3.4. Установите соответствие между характеристиками:

1) второй центральный момент	а) характеризует скошенность, или асимметрию распределения
2) четвертый центральный момент	б) характеризует рассеяние случайной величины
3) третий центральный момент	в) характеризует «крутость» распределения

3.5. Установите соответствие между моделью и областью ее применения:

1) модель идеального вытеснения	а) каскады реакторов с мешалками; тарельчатые колонны; аппараты с псевдоожиженными слоями; насадочные колонны
2) модель идеального смешения	б) трубчатые аппараты с отношением длины к диаметру свыше 20
3) ячеечная модель	в) цилиндрические аппараты со сферическим дном в условиях интенсивного перемешивания с отражательными перегородками; барботажные аппараты с близкими размерами диаметра и высоты в условиях интенсивного барботажа

#### Вариант №4

##### Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов

*Из предложенных вариантов ответов выберите несколько верных.*

1.1. Какие из уравнений являются уравнениями множественной корреляции:

- 1)  $\hat{y} = b_0 + b_1x$ ;
- 2)  $\hat{y} = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_kx_k$ ;
- 3)  $\hat{y} = b_0 + b_1x + b_2x^2$ ;
- 4)  $\hat{y} = af_1(x_1)f_2(x_2) * \dots * f_k(x_k)$ ;
- 5)  $\hat{y} = f(x)$ .

1.2. Цели математического моделирования:

- 1) определение оптимальных условий протекания процесса;
- 2) устранение процесса;
- 3) управление процессом;
- 4) проектирование процесса;
- 5) модернизация процесса.

1.3. Этап выбора метода решения и разработки моделирующей программы включает:

- 1) выбор критериев задачи моделирования;
- 2) выбор метода решения уравнений модели;
- 3) разработку алгоритма метода;
- 4) разработку моделирующей программы;
- 5) постановку задачи моделирования.

1.4. Отдельные зоны комбинированной модели могут быть описаны:

- 1) моделью идеального смешения;
- 2) функциональной моделью;
- 3) моделью идеального вытеснения;

- 4) диффузионной моделью;
  - 5) технологической моделью.
- 1.5. Перечислите описательные модели ХТС:
- 1) химическая;
  - 2) функциональная;
  - 3) операционная;
  - 4) технологическая;
  - 5) математическая.
- 1.6. В состав математической модели, разработанной аналитическим путем входят следующие группы уравнений:
- 1) уравнения балансов;
  - 2) регрессионные соотношения;
  - 3) уравнения элементарных процессов теплопередачи, массопередачи, химической кинетики;
  - 4) уравнения начальных и граничных условий;
  - 5) эмпирические, теоретические и полуэмпирические зависимости.
- 1.7. Разновидности планов факторного эксперимента:
- 1) временной план;
  - 2) полный факторный эксперимент;
  - 3) систематический план;
  - 4) дробный факторный эксперимент;
  - 5) композиционный план.
- 1.8. Комбинированные модели структуры потоков могут состоять:
- 1) из последовательно соединенных зон;
  - 2) из параллельно соединенных зон;
  - 3) из последовательно-параллельно соединенных зон;
  - 4) из рециркулирующих потоков;
  - 5) из байпасирующих потоков.
- 1.9. Какими уравнениями представлены модели с распределенными параметрами:
- 1) алгебраическими уравнениями;
  - 2) дифференциальными уравнениями первого порядка;
  - 3) интегральными уравнениями;
  - 4) дифференциальными уравнениями в частных производных;
  - 5) конечно-разностными уравнениями.
- 1.10. Блочный принцип построения математической модели позволяет:
- 1) усложнить задачу моделирования;
  - 2) использовать разработанные ранее блоки уравнений в решении новых задач;
  - 3) модернизировать блоки уравнений независимо от других;
  - 4) повысить точность получаемой модели;
  - 5) упростить задачу моделирования.

## **Часть II. Задание с выбором одного верного ответа**

*Из предложенных вариантов ответов выберите только один верный вариант.*

- 2.1. Расчет коэффициентов уравнения регрессии проводится с применением:
- 1) экспериментального метода;
  - 2) метода наименьших квадратов;
  - 3) индикаторного метода;
  - 4) метода «проб и ошибок».
- 2.2. В соответствии с методом импульсного возмущения:

- 1) получают на выходе функцию отклика, представляющую собой синусоиду;
- 2) в поток жидкости, поступающей в аппарат и не содержащей индикатора, вносят некоторое количество индикатора таким образом, что его концентрация во входящем потоке изменяется скачком от нуля до некоторого значения и в дальнейшем поддерживается на этом уровне;
- 3) в поток на входе его в аппарат практически мгновенно, в виде дельта-функции, вводят определенное количество индикатора;
- 4) на выходе получают F-кривую.

2.3. Для проверки однородности выборочной дисперсии:

- 1) критерий Стьюдента;
- 2) критерий Фишера;
- 3) критерий Кохрена;
- 4) критерий Рейнольдса.

2.4. В каком эксперименте получают несмешанные оценки для коэффициентов регрессии:

- 1) полный факторный эксперимент;
- 2) дробный факторный эксперимент  $2^{k-1}$ ;
- 3) композиционный план;
- 4) дробный факторный эксперимент  $2^{k-2}$ .

2.5. Уравнение множественной корреляции позволяет:

- 1) установить корреляционную связь между многими величинами;
- 2) установить зависимость от одного фактора;
- 3) оценить адекватность модели;
- 4) определить коэффициент корреляции между параметрами.

2.6. Ячеечная модель имеет вид:

- 1)  $V \frac{dC}{dt} = v(C_{вх} - C)$ ;
- 2)  $\frac{\partial C}{\partial \tau} + u \frac{\partial C}{\partial x} = 0$ ;
- 3)  $\frac{\partial C}{\partial \tau} + u \frac{\partial C}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$ ;
- 4) 
$$\begin{cases} C_{вх} - C_1 = \tau \frac{dC_1}{dt}, \\ C_1 - C_2 = \tau \frac{dC_2}{dt}, \\ \dots \\ C_{N-1} - C_N = \tau \frac{dC_N}{dt}. \end{cases}$$

2.7. Передаточная функция аппарата идеального вытеснения имеет вид:

- 1)  $W(p) = \frac{1}{1+\tau p}$ ;
- 2)  $W(p)=C(p)$ ;
- 3)  $W(p)=e^{-p\tau}$ ;
- 4)  $W(p)=p$ .

2.9. Для проверки значимости коэффициентов уравнения регрессии используется:

- 1) критерий Стьюдента;
- 2) критерий Фишера;
- 3) критерий Кохрена;
- 4) критерий Рейнольдса.

2.10. Параметр ячеечной модели:

- 1) длина аппарата;
- 2) количество ячеек;
- 3) объем аппарата;
- 4) коэффициент обратного перемешивания.

### **Часть III. Задание на упорядочение ответов**

*Установите соответствие между разрозненными частями утверждения*

### 3.1. Определите сущность метода построения модели

1) Аналитический	а) предполагает использование методов экспериментального исследования и применение фундаментальных законов сохранения
2) Экспериментальный	б) предполагает наличие теоретических сведений о физико-химических свойствах, о кинетике химического превращения, знание и сведений о конструкции объекта и гидродинамической структуре потоков протекающих в пределах этой конструкции.
3) Экспериментально-аналитический	в) предполагает линейную зависимость параметров между собой их сосредоточенность, реализуется с помощью эксперимента

### 3.2. Установите соответствие между определением и математической формой записи:

1) начальный момент $\beta$ -го порядка для дискретных величин	а) $\mu_\beta = \int_A^B (x - m_x)^\beta f(x) dx$
2) начальный момент $\beta$ -го порядка для непрерывной величины	б) $\alpha_\beta = \sum_{i=1}^n x_i^\beta p_i$
3) центральный момент $\beta$ -го порядка для непрерывной величины	в) $\alpha_\beta = \int_A^B x^\beta f(x) dx$

### 3.3. Установите соответствие между моделью и ее признаками:

1) модели с распределенными параметрами	а) параметры моделируемого аппарата меняются во времени
2) динамические модели	б) параметры моделируемого аппарата меняются в пространстве
3) модели со сосредоточенными параметрами	в) параметры моделируемого аппарата неизменны в пространстве

### 3.4. Установите соответствие между задачей и ее содержанием:

1) задача анализа ХТС	а) требуется обеспечить наибольшую эффективность технологического процесса
2) задача синтеза ХТС	б) требуется определить: – элементный состав ХТС для переработки сырья в продукты; – структуру связей между элементами; – режимы отдельных элементов и системы в целом, обеспечивающих необходимые показатели производства и его эффективное функционирование
3) задача оптимизации ХТС	в) требуется определить сведения о состоянии ХТС, показателей эффективности ее функционирования, а также влиянии химической схемы, структуры технологических связей, свойств и состояния элементов и подсистем, условий эксплуатации

### 3.5. Установите причинно-следственную связь:

1) если $F = \frac{S_{\text{ост}}^2}{S_{\text{воспр}}^2} \leq F_p(f_1, f_2)$	а) то коэффициент является значимым
2) если $t_j = \frac{ b_j }{s_{t_j}} \geq t_p(f)$	б) то уравнение адекватно
3) если $G_{\text{max}} = \frac{S_{\text{max}}^2}{\sum_{i=1}^N s_i^2} \leq G_p(f_1, f_2)$	в) то дисперсия однородна

## Критерии оценки

При оценке результатов выполнения тестовых заданий в рамках дисциплины

«моделирование процессов химической технологии» используется рейтинговая система.

Согласно рейтинговой системе оценка результатов тестирования формирует текущий рейтинг  $R_{\text{тек}}$ . Максимальное значение оценки равно 10 б. Тест считается пройденным, если студент получил за него не менее – 6 б.

Критерии оценки представлены в табл.

Критерии оценки тестирования	Количество баллов
------------------------------	-------------------

Часть I. Задание с выбором нескольких верных ответов	0-2
Часть II. Задание с выбором одного верного ответа	0-4
Часть III. Задание на упорядочение ответов	0-4
ИТОГО	0-10