

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет *Математики и информационных технологий*  
Кафедра *Математического моделирования*

**Оценочные материалы по дисциплине (модулю)**

дисциплина *Математическое моделирование технологических процессов*

*Блок Б1, вариативная часть, Б1.В.ДВ.08.02*

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

*18.03.01*

код

*Химическая технология*

наименование направления

Программа

*Технология и переработка полимеров*

Форма обучения

*Заочная*

Для поступивших на обучение в  
*2020 г.*

Разработчик (составитель)

*к. ф.-м. н., доцент*

*Гнатенко Ю. А.*

ученая степень, должность, ФИО

<b>1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций .....</b>	<b>17</b>

**1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Формируемая компетенция (с указанием кода)	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Показатели и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)				Вид оценочного средства
		неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
1	2	3				4
Способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16)	1 этап: Знания	Отсутствие навыков	В целом успешное, но не систематическое применение методического материала для оценки погрешностей.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении методическим материалом для оценки погрешностей эмпирически полученных данных.	Обучающийся должен владеть методическим материалом для оценки погрешностей эмпирически полученных данных.	расчетная работа №2
	2 этап: Умения	Отсутствие умений	Фрагментарное использование теоретических знаний о способах обработки и анализа полученных эмпирическим путем данных	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении использовать способы обработки и анализа полученных эмпирическим путем данных для выдвижения гипотез об их применимости в дальнейшей профессиональной деятельности.	Обучающийся должен уметь использовать способы обработки и анализа полученных эмпирическим путем данных для выдвижения гипотез об их применимости в дальнейшей профессиональной деятельности.	проверочная работа №2
	3 этап: Владения	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о	Сформированные, но содержащие отдельные	Обучающийся должен знать этапы	Тест №2

	(навыки / опыт деятельности)		методах и способах проведения экспериментов с целью последующего анализа и обработки.	пробелы представления об этапах проведения экспериментов с целью последующего анализа и обработки на предмет выявления неопределенностей эмпирически получаемых данных.	проведения экспериментов с целью последующего анализа и обработки на предмет выявления неопределенностей эмпирически получаемых данных.	
<p>Готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ</p>	1 этап: Знания	Отсутствие навыков	В целом успешное, но не систематическое применение навыков анализа поступающей информации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы во владении навыками анализа поступающей информации на предмет выделения первостепенных и вторичных факторов	Владеть навыками анализа поступающей информации на предмет выделения первостепенных и вторичных факторов; навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации, имеющей естественно-научное содержание	расчетная работа №1
	2 этап: Умения	Отсутствие умений	Фрагментарное использование теоретических знаний к анализу новых задач и проектов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении применять теоретические знания к анализу новых задач и проектов, связанных с математическим моделированием химических процессов	Уметь применять теоретические знания к анализу новых задач и проектов, связанных с математическим моделированием химических процессов, использовать современные	Проверочная работа №1

для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2)				и использовании современных информационных технологий, проведение обработки информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности	информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности	
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания о способах решения задач естественно - научной направленности с различной степенью сложности.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в знаниях о способах решения задач естественно - научной направленности с различной степенью сложности.	Знать аналитические и численные методы решения поставленных задач естественно - научной направленности с различной степенью сложности.	Тест №1

**2. Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Тест №1**

*Перечень тестов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-2 на этапе «Знания»*

**1. Через определённый промежуток времени после начала реакции. уравнение которой  $2\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ , концентрация углекислого газа уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз при этом уменьшится скорость реакции по сравнению с начальной?**

- a. в 12 раз;
- b. в 8 раз;
- c. в 16 раз;
- d. в 4 раза.

**2. К какому типу реакций относятся газофазные реакции на твердом катализаторе?**

- a. гомофазные гомогенные;
- b. гомофазные гетерогенные;
- c. гетерофазные гомогенные;
- d. гетерофазные гетерогенные.

**3. Число элементарных актов химического превращения, происходящих за единицу времени в единице реакционного пространства (объема или поверхности) определяет**

- a. скорость элементарной реакции;
- b. скорость расходования промежуточного вещества;
- c. скорость расходования;
- d. скорость образования промежуточного вещества.

**4. Аппарат для осуществления химического процесса с целью получения необходимого продукта называется**

- a. Трансформатором;
- b. химическим реактором;
- c. Электрическим реактором;
- d. физическим реактором.

**5. К какому типу реакций относится реакция гашения извести?**

- a. гомофазные гетерогенные;
- b. гетерофазные гетерогенные;
- c. гомофазные гомогенные;
- d. гетерофазные гомогенные.

**6. Химическое равновесие в системе  $\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO} - Q$  сместится вправо при:**

- a. понижении температуры;

- b. повышении концентрации CO;
- c. повышении давления;
- d. повышении температуры.

**7. В реакции, схема которой  $2A(g)+B(g)=C+D$  концентрацию вещества А увеличили в 2 раза, а вещества В- в 3 раза. Скорость реакции при этом возрастёт:**

- a. в 1,5 раза;
- b. в 6 раз;
- c. в 3 раза;
- d. в 12 раз.

**8. Скорость любой химической реакции зависит от:**

- a. площади соприкосновения реагирующих веществ;
- b. всех вышеперечисленных факторов;
- c. температуры;
- d. давления.

**9. В любой химической реакции равновесие смещается при**

- a. изменении температуры;
- b. при действии катализаторов;
- c. при изменении давления;
- d. при изменении площади соприкосновения реагирующих веществ.

**10. Во сколько раз изменится скорость реакции  $2SO_2+O_2=2SO_3$  при повышении давления в системе в 3 раза?**

- a. увеличится в 18 раз;
- b. увеличится в 27 раз;
- c. увеличится в 6 раз;
- d. увеличится в 9 раз.

**11. Константа скорости химической реакции не зависит:**

- a. от концентрации реагирующих веществ;
- b. от температуры;
- c. от природы реагирующих веществ;
- d. от наличия катализатора.

**12. Итоговыми уравнениями называются**

- a. условные записи, дающие представление о природе реагентов и продуктов, т. е. качественную информацию о химической реакции;
- b. Уравнения, не содержащие промежуточных веществ, показывающие лишь природу и количественное соотношение исходных веществ и конечных продуктов;
- c. набор символов, используемых для записи химической реакции;
- d. уравнение, показывающее количественные соотношения реагентов и продуктов химической реакции, содержащие промежуточные вещества.

## Тест №2

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-16 на этапе «Знания»

- 1. Реакторы, у которых существует частичный теплообмен, относятся к**
  - a. Изотермическим реакторам;
  - b. Всем выше перечисленным;
  - c. Политропическим реакторам;
  - d. Адиабатическим реакторам.
  
- 2. Реакторы, которые имеют одинаковую и постоянную температуру во всех точках реакционного пространства относятся к**
  - a. Адиабатическим реакторам;
  - b. Всем выше перечисленным;
  - c. Изотермическим реакторам;
  - d. Политропическим реакторам.
  
- 3. Проточные аппараты с непрерывным питанием исходными веществами или их смесью и непрерывным удалением продукционной смеси называются**
  - a. Реакторы полунепрерывного действия;
  - b. Экстракторами;
  - c. Реакторы непрерывного действия;
  - d. Теплообменниками.
  
- 4. На скорость химической реакции между раствором серной кислоты и железом не оказывает влияния:**
  - a. измельчение железа;
  - b. увеличение давления;
  - c. температура реакции;
  - d. концентрация кислоты.
  
- 5. Равновесие в реакции, уравнение которой  $\text{CH}_4(\text{г}) + 4\text{S}(\text{ж}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{г}) + \text{Q}$ , сместится влево при:**
  - a. увеличении концентрации  $\text{H}_2\text{S}$ ;
  - b. понижении давления;
  - c. дополнительном введении серы ;
  - d. понижении температуры.
  
- 6. Химическая кинетика — это**
  - a. наука о химических реакциях, изучающая их механизм и закономерности протекания во времени;
  - b. совокупность наук о живой природе, о закономерностях органической жизни;
  - c. комплекс наук, исследующих физическими методами строение Земли;



d. наука, изучающая наиболее общие и фундаментальные закономерности, определяющие структуру и эволюцию материального мира.

**7. К какому типу реакций относится реакция окисления углеводов в жидкой фазе газообразным кислородом?**

- a. гетерофазные гетерогенные;
- b. гомофазные гомогенные;
- c. гетерофазные гомогенные;
- d. гомофазные гетерогенные.

**8. Производительность, отнесенная к объему или сечению аппарата называется**

- a. Интенсивностью;
- b. Производительностью;
- c. Концентрацией;
- d. Молярной массой.

**9. какому типу реакций относятся газофазные реакции на твердом катализаторе?**

- a. гомофазные гомогенные;
- b. гомофазные гетерогенные;
- c. гетерофазные гетерогенные;
- d. гетерофазные гомогенные.

**10. Число ключевых компонентов химической реакции равно**

- a. количеству столбцов матрицы;
- b. количеству строк матрицы;
- c. Нет правильного ответа;
- d. Рангу матрицы стехиометрических коэффициентов.

**11. Отношение числа частиц компонента системы (смеси, раствора, сплава), его количества или массы к объему системы называется**

- a. Массой вещества;
- b. Объемом вещества;
- c. Концентрацией вещества;
- d. молярная массой вещества.

**12. Обратимой является реакция, уравнение которой**

- a.  $C+O_2=CO_2$ ;
- b.  $H_2+I_2=2HI$ ;
- c.  $NaOH+HCl=NaCl+H_2O$ ;
- d.  $CaCO_3+2HCl=CaCl_2+CO_2+H_2O$ .

**13. Температурный коэффициент реакции равен 2. На сколько градусов надо уменьшить температуру, чтобы скорость реакции уменьшилась в 16 раз:**

- a. на 500С;
- b. на 300С;

- c. на 400С;
- d. на 200С.

**14. Реакторы, которые имеют одинаковую и постоянную температуру во всех точках реакционного пространства относятся к**

- a. Политропическим реакторам;
- b. Адиабатическим реакторам;
- c. Изотермическим реакторам;
- d. Всем выше перечисленным.

**15. Повышение скорости реакции при введении в систему катализатора объясняется**

- a. увеличением энергии активации;
- b. уменьшением энергии активации;
- c. возрастанием числа столкновений;
- d. увеличением средней кинетической энергии молекул.

### Проверочная работа №1

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции ПК-2 на этапе «Умения»

1. Описать кинетическую кривую полиномом (используя метод наименьших квадратов).

№ варианта	$C=f(t)$							
	t, с	0	5	10	15	20	30	60
I	t, с	0	5	10	15	20	30	60
	C, моль/л	1.200	0.889	0.659	0.488	0.361	0.198	0.033
II	t, с	0	2	4	8	16	-	-
	C, моль/л	0.300	0.252	0.212	0.150	0.075	-	-
III	t, с	0	10	20	30	60	120	180
	C, моль/л	5.000	3.846	3.125	2.631	1.786	1.087	0.781
IV	t, с	0	5	10	20	40	-	-
	C, моль/л	0.300	0.248	0.205	0.140	0.066	-	-
V	t, с	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	5.0
	C, моль/л	0.830	0.615	0.456	0.337	0.250	0.185	0.041
VI	t, с	0	5	10	20	30	-	-
	C, моль/л	0.500	0.369	0.272	0.148	0.080	-	-
VII	t, с	0	1	2	3	6	12	18
	C, моль/л	23.00	20.20	18.03	16.27	12.58	8.66	6.60
VIII	t, с	0	1.5	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0
	C, моль/л	2.750	2.100	1.603	1.118	0.780	0.415	0.317
IX	t, с	0	5	10	20	30	-	-
	C, моль/л	0.400	0.295	0.217	0.118	0.064	-	-
X	t, с	0	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0	12.0
	C, моль/л	1.250	0.690	0.476	0.294	0.167	0.089	0.061
XI	t, с	0	10	20	30	40	50	60
	C, моль/л	3.000	1.971	1.295	0.851	0.559	0.367	0.241
XII	t, с	0	3	6	12	24	-	-
	C, моль/л	0.200	0.153	0.124	0.090	0.058	-	-
XIII	t, с	0	1	2	4	6	8	10
	C, моль/л	50.00	31.79	23.30	15.19	11.27	8.95	7.43
XIV	t, с	0	2	4	8	12	-	-
	C, моль/л	0.200	0.130	0.096	0.063	0.047	-	-
XV	t, с	0	1	2	4	6	8	10
	C, моль/л	1.000	0.744	0.554	0.307	0.170	0.094	0.052

2. Вычислить энергию активации (в кДж/моль) и предэкспоненциальный множитель из зависимости константы скорости от температуры

№ варианта	$k=f(t)$					
	I	$t^0$	-23	27	77	127
	$k, \text{л/моль}\cdot\text{с}$	$6.4\cdot 10^{-3}$	0.218	2.711	17.95	78.06
II	$t^0$	2	27	77	117	147
	$k, \text{л/моль}\cdot\text{с}$	$4.45\cdot 10^{-2}$	0.275	4.828	28.13	84.62
III	$t^0$	-53	-33	-13	7	27
	$k, \text{л/моль}\cdot\text{с}$	$3.13\cdot 10^{-4}$	$3.50\cdot 10^{-3}$	$2.70\cdot 10^{-2}$	0.155	0.709
IV	$t^0$	10	30	50	70	90
	$k, \text{л/моль}\cdot\text{с}$	$5.03\cdot 10^{-3}$	$3.11\cdot 10^{-2}$	$1.54\cdot 10^{-2}$	0.631	2.22
V	$t^0$	-18	4	27	43	127
	$k, \text{л/моль}\cdot\text{с}$	$1.40\cdot 10^{-2}$	$3.68\cdot 10^{-2}$	$8.69\cdot 10^{-2}$	0.147	1.154
VI	$t^0$	-23	-3	20	42	49
	$k, \text{л/моль}\cdot\text{с}$	$5.32\cdot 10^{-3}$	$4.21\cdot 10^{-2}$	0.32	1.69	2.73
VII	$t^0$	-8	12	27	49	67
	$k, \text{л/моль}\cdot\text{с}$	$1.91\cdot 10^{-2}$	0.142	0.536	3.011	10.47
VIII	$t^0$	-30	12	37	77	127
	$k, \text{л/моль}\cdot\text{с}$	0.147	1.76	5.60	25.28	$1.09\cdot 10^2$
IX	$t^0$	-14	12	32	57	77
	$k, \text{л/моль}\cdot\text{с}$	$5.03\cdot 10^{-2}$	0.219	0.385	1.35	3.23
X	$t^0$	-33	-13	7	27	47
	$k, \text{л/моль}\cdot\text{с}$	$3.94\cdot 10^{-2}$	0.130	0.362	0.880	1.914

### Проверочная работа №2

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции ПК-16 на этапе «Умения»

По заданному механизму реакции выписать кинетическую модель. Решить полученную систему дифференциальных уравнений с помощью указанных численных методов при различных температурах

№	Реакция	С0	Параметры	Значения температур (К)	Метод
	$A \xrightarrow{k_1} B$ $B \xrightarrow{k_2} A$ $B \xrightarrow{k_3} C$ $A + C \xrightarrow{k_4} B + D$	$C_A = 1$ $C_B = 0$ $C_C = 0$ $C_D = 0$	$k_1 = 10, E_1 = 150$ $k_2 = 20, E_2 = 50$ $k_3 = 30, E_3 = 20$ $k_4 = 15, E_4 = 10$	$t \in [0,3]$ $T = 30$ $T = 50$ $T = 100$	Р-К 4 Адамса-Башфорта
	$2A \xrightarrow{k_1} B + C$ $A + B \xrightarrow{k_2} C + D$ $A + C \xrightarrow{k_3} 2D$	$C_A = 1$ $C_B = 0$ $C_C = 0$ $C_D = 0$	$k_1 = 10, E_1 = 100$ $k_2 = 5, E_2 = 30$ $k_3 = 0.1, E_3 = 20$	$t \in [0,5]$ $T = 15$ $T = 50$ $T = 90$	Эйлера Милна

$A \xrightarrow{k_1} B$ $B \xrightarrow{k_2} A$ $A + B \xrightarrow{k_3} C + D$ $B + C \xrightarrow{k_4} 2D$	$C_A = 1$ $C_B = 0$ $C_C = 0$ $C_D = 0$	$k_1 = 10, E_1 = 100$ $k_2 = 5, E_2 = 30$ $k_3 = 0.1, E_3 = 20$ $k_4 = 2, E_4 = 50$	$t \in [0,3]$ $T = 30$ $T = 40$ $T = 80$	Р-К 3/8 Прогноз а и коррекц ии
$A + B \xrightarrow{k_1} 2C$ $2C \xrightarrow{k_2} A + B$ $A + C \xrightarrow{k_3} B + D$	$C_A = 0.6$ $C_B = 0.4$ $C_C = 0$ $C_D = 0$	$k_1 = 0.7, E_1 = 300$ $k_2 = 0.1, E_2 = 150$ $k_3 = 1, E_3 = 200$	$t \in [0,10]$ $T = 80$ $T = 100$ $T = 120$	Эйлера Адамса- Башфор та
$A + B \xrightarrow{k_1} 2C$ $A + C \xrightarrow{k_2} D + E$ $C + D \xrightarrow{k_3} 2E$	$C_A = 0.7$ $C_B = 0.3$ $C_C = 0$ $C_D = 0$ $C_E = 0$	$k_1 = 0.7, E_1 = 300$ $k_2 = 0.1, E_2 = 150$ $k_3 = 1, E_3 = 200$	$t \in [0,10]$ $T = 80$ $T = 100$ $T = 150$	Р-К 2 Пикара
$2A \xrightarrow{k_1} B + C$ $B + C \xrightarrow{k_2} 2A$ $A + B \xrightarrow{k_3} D$	$C_A = 1$ $C_B = 0$ $C_C = 0$ $C_D = 0$	$k_1 = 15, E_1 = 5$ $k_2 = 10, E_2 = 20$ $k_3 = 18, E_3 = 8$	$t \in [0,2]$ $T = 30$ $T = 50$ $T = 100$	Р-К 3/8 Адамса- Башфор та
$A \xrightarrow{k_1} B$ $A + B \xrightarrow{k_2} C + D$ $B + C \xrightarrow{k_3} 2D$	$C_A = 1$ $C_B = 0$ $C_C = 0$ $C_D = 0$	$k_1 = 10, E_1 = 100$ $k_2 = 5, E_2 = 30$ $k_3 = 0.1, E_3 = 20$	$t \in [0,3]$ $T = 70$	Максим альный выход продукт а С
$2A \xrightarrow{k_1} B + C$ $A + C \xrightarrow{k_2} 2D$ $B + C \xrightarrow{k_3} A + D$	$C_A = 1$ $C_B = 0$ $C_C = 0$ $C_D = 0$	$k_1 = 10, E_1 = 100$ $k_2 = 5, E_2 = 30$ $k_3 = 0.1, E_3 = 20$	$t \in [0,3]$ $T = 30$	Максим альный выход продукт а D
$A + B \xrightarrow{k_1} 2C$ $2C \xrightarrow{k_2} D + E$ $C + D \xrightarrow{k_3} A + E$	$C_A = 0.7$ $C_B = 0.3$ $C_C = 0$ $C_D = 0$ $C_E = 0$	$k_1 = 0.7, E_1 = 20$ $k_2 = 0.5, E_2 = 25$ $k_3 = 0.3, E_3 = 3$	$t \in [0,10]$ $T = 30$	Максим альный выход продукт а D при минима льном содержа нии E

	$2A \xrightarrow{k_1} B + C$ $B + C \xrightarrow{k_2} 2A$ $A + B \xrightarrow{k_3} D$	$C_A = 1$ $C_B = 0$ $C_C = 0$ $C_D = 0$	$k_1 = 15, E_1 = 5$ $k_2 = 10, E_2 = 20$ $k_3 = 18, E_3 = 8$	$t \in [0, 5]$ $T = 15$	Максимальный выход продукта В

### Расчетная работа №1

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции ПК-2 на этапе «Владения»

Составить программу, определяющую порядок  $p$  и константу скорости  $k$  реакции из кинетической кривой расходования реагента (методом Вант-Гоффа):

№ варианта	$C=f(t)$							
	$t, c$							
I	$t, c$	0	2	4	8	16	-	-
	$C, \text{моль/л}$	0.300	0.252	0.212	0.150	0.075	-	-
II	$t, c$	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	5.0
	$C, \text{моль/л}$	0.830	0.615	0.456	0.337	0.250	0.185	0.041
III	$t, c$	0	2	4	8	12	-	-
	$C, \text{моль/л}$	0.200	0.130	0.096	0.063	0.047	-	-
IV	$t, c$	0	1.5	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0
	$C, \text{моль/л}$	2.750	2.100	1.603	1.118	0.780	0.415	0.317
V	$t, c$	0	10	20	30	40	50	60
	$C, \text{моль/л}$	3.000	1.971	1.295	0.851	0.559	0.367	0.241
VI	$t, c$	0	10	20	30	60	120	180
	$C, \text{моль/л}$	5000	3.846	3.125	2.631	1.786	1.087	0.781
VII	$t, c$	0	1	2	4	6	8	10
	$C, \text{моль/л}$	50.00	31.79	23.30	15.19	11.27	8.95	7.43
VIII	$t, c$	0	0.5	2	4	8	10	15
	$C, \text{моль/л}$	35.00	30.80	22.64	16.73	10.99	9.38	6.87
IX	$t, c$	0	5	10	20	40	-	-
	$C, \text{моль/л}$	3.00	0.248	0.205	0.140	0.066	-	-
X	$t, c$	0	1	2	3	6	12	18
	$C, \text{моль/л}$	23.00	20.20	18.03	16.27	12.58	8.66	6.60
XI	$t, c$	0	3	6	12	24	-	-
	$C, \text{моль/л}$	0.200	0.153	0.124	0.090	0.058	-	-
XII	$t, c$	0	5	10	20	30	-	-
	$C, \text{моль/л}$	0.500	0.369	0.272	0.148	0.080	-	-
XIII	$t, c$	0	1	2	4	6	8	10
	$C, \text{моль/л}$	1.000	0.744	0.554	0.307	0.170	0.094	0.052
XIV	$t, c$	0	10	20	40	80	-	-
	$C, \text{моль/л}$	0.800	0.591	0.469	0.332	0.209	-	-
XV	$t, c$	0	0.5	1.0	2.0	4.0	8.0	12.0
	$C, \text{моль/л}$	1.250	0.690	0.476	0.294	0.167	0.089	0.061

### Расчетная работа №2

Перечень заданий для оценки уровня сформированности компетенции ПК-16 на этапе «Владения»

- 1) По заданному механизму реакции выписать модель процесса в реакторе с мешалкой периодического действия в изотермических условиях. Получить концентрации реагентов на выходе.
- 2) По заданному механизму реакции выписать модель химического превращения в каскаде реакторов с мешалкой при разных температурах в каждом реакторе. Получить концентрации реагентов на выходе каскада.

№	Механизм	Начальные условия	Параметры реакции
	$A + 2B \xrightarrow{K_1} D$ $2A + D \xrightarrow{K_2} E$	$A_0=2$ (моль/м <sup>3</sup> ), $B_0=1.6$ (моль/м <sup>3</sup> ), $D_0 = E_0 = 0$ .	$K_1=0.3$ $K_2=0.9$ $T=30C$ $E_1=100$ $E_2=30$ $t \in [0, 3]$
	$2A \xrightarrow{K_1} B + C$ $A + B \xrightarrow{K_2} C + D$ $A + C \xrightarrow{K_3} 2D$	$A_0 = 1$ $B_0 = C_0 = D_0 = 0$	$K_1=10$ $K_2=5$ $K_3=0.1$ $T= 15C$ $E_1=100$ $E_2=30$ $E_3=20$ $t \in [0, 5]$
	$A + B \xrightarrow{K_1} 2C$ $2C \xrightarrow{K_2} A + B$ $A + C \xrightarrow{K_3} B + D$	$A_0=0.6$ , $B_0=0.4$ $C_0 = D_0 = 0$ .	$K_1=0,7$ $K_2=0,1$ $K_3=1$ $T= 100C$ $E_1=300$ $E_2=150$ $E_3=200$ $t \in [0, 9]$
	$A + B \xrightarrow{K_1} C + D$ $A + C \leftrightarrow 2E$	$A_0=0.8$ , $B_0=0.2$ $C_0 = D_0 = E_0 = 0$ .	$K_1=0.3$ $K_2=0.9$ $K_3=0.6$ $T= 20C$ $E_1=150$ $E_2=50$ $E_3=20$ $t \in [0, 4]$
	$A + B \xrightarrow{K_1} 2C$ $A + C \xrightarrow{K_2} D + E$ $D + C \xrightarrow{K_3} 2E$	$A_0=1$ $B_0 = C_0 = D_0 = E_0 = 0$ .	$K_1=0.7$ $K_2=0.1$ $K_3=1$ $T= 20C$ $E_1=300$ $E_2=150$ $E_3=200$ $t \in [0, 9]$
	$2A \xrightarrow{K_1} B + C$ $C + B \xrightarrow{K_2} 2A$ $A + B \xrightarrow{K_3} D$	$A_0=1$ $B_0 = C_0 = D_0 = 0$ .	$K_1=15$ $K_2=10$ $K_3=18$ $T= 5C$ $E_1=5$ $E_2=20$ $E_3=8$ $t \in [0, 2]$
	$A \xrightarrow{K_1} B$ $A + B \xrightarrow{K_2} C + D$ $C + B \xrightarrow{K_3} 2D$	$A_0=1$ $B_0 = C_0 = D_0 = 0$ .	$K_1=10$ $K_2=5$ $K_3=0,1$ $T= 30C$ $E_1=100$ $E_2=30$ $E_3=20$ $t \in [0, 3]$
	$2A \xrightarrow{K_1} B + C$ $A + C \xrightarrow{K_2} 2D$ $C + B \xrightarrow{K_3} A + D$	$A_0=1$ $B_0 = C_0 = D_0 = 0$ .	$K_1=10$ $K_2=5$ $K_3=0,1$ $T= 20C$ $E_1=100$ $E_2=30$ $E_3=20$ $t \in [0, 5]$

$A + B \xrightarrow{K_1} 2C$ $2C \xrightarrow{K_2} D + E$ $C + D \xrightarrow{K_3} A + E$	$A_0=1 \quad B_0 = 0,3$ $C_0 = D_0 = E_0 = 0.$	$K_1=0,7 \quad K_2=0,5 \quad K_3=0,3 \quad T=10C$ $E_1=20 \quad E_2=25 \quad E_3=3 \quad t \in [0, 10]$
$2A \xrightarrow{K_1} B + C$ $C + B \xrightarrow{K_2} 2A$ $A + B \xrightarrow{K_3} D$	$A_0=1$ $B_0 = C_0 = D_0 = E_0 = 0.$	$K_1=15 \quad K_2=10 \quad K_3=18 \quad T=5C$ $E_1=5 \quad E_2=20 \quad E_3=8 \quad t \in [0, 5]$

### **Вопросы к зачету**

1. Основные понятия моделирования. Основные этапы математического моделирования.
2. Понятие математического описания химико-технологического процесса.
3. Основы моделирования химико-технологического процесса. Основные этапы. Виды моделей.
4. Основные понятия химической кинетики. Классификация химических реакций.
5. Сложные реакции. Стехиометрический анализ. Правило Гиббса определения ранга стехиометрической матрицы. Маршрут реакции.
6. Основные показатели эффективности проведения химических реакций. Скорость реакции. Степень превращения. Селективность.
7. Зависимость скорости реакции от концентраций реагентов . Закон действующих масс.
8. Размерность концентрации, скорости и константы скорости реакции.
9. Кинетика простых реакций. Уравнение Аррениуса.
10. Кинетика параллельных реакций.
11. Модели представления механизма реакции (схема реакции, кинетическая модель, граф реакции).
12. Теорема существования и свойства решения прямой кинетической задачи.
13. Порядок реакции и константа скорости. Методы определения порядка реакции (метод Вант-Гоффа, по зависимости начальной скорости от концентраций реагентов, метод Нойса-Оствальда).
14. Зависимость скорости реакции от температуры.
15. Уточнение механизма реакции.
16. Каталитические процессы с переменным реакционным объемом. Определение, классификация и требования, предъявляемые химическим реакторам.
17. Уравнения материального и теплового балансов для реакторов периодического действия. Уравнения материального и теплового балансов для реакторов непрерывного действия.
18. Анализ математического описания химических реакторов для проведения процессов в изотермическом режиме.
19. Каскад реакторов идеального смешения.



20. Анализ математического описания химических реакторов для проведения процессов в неизотермическом режиме. Выбор типа реактора. Идентификация кинетических моделей.

21. Численные методы расчета математического описания химико-технологической схемы в Scilab и др.

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное зад.	Число заданий	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1. Химическая кинетика</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
Расчетная работа №1.	5	5	0	25
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
Проверочная работа №1	5	3	0	15
Тест №1	1	10	0	10
<b>Итого:</b>			<b>0</b>	<b>50</b>
<b>Модуль 2. Оптимизация сложных химико-технологических схем</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
Расчетная работа №2.	5	5	0	25
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
Проверочная работа №2	5	3	0	15
Тест №2	1	10	0	10
<b>Итого:</b>			<b>0</b>	<b>100</b>
<b>Поощрительные баллы</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
Решение задач повышенной сложности	2	5	0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических занятий			0	-10
<b>Итоговой контроль</b>				
<b>Зачет</b>			0	

Результаты обучения по дисциплине (модулю) у обучающихся оцениваются по итогам текущего контроля количественной оценкой, выраженной в рейтинговых баллах. Оценке подлежит каждое контрольное мероприятие.

При оценивании сформированности компетенций применяется четырехуровневая шкала «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Максимальный балл по каждому виду оценочного средства определяется в рейтинг-плане и выражает полное (100%) освоение компетенции.

Уровень сформированности компетенции «хорошо» устанавливается в случае, когда объем выполненных заданий соответствующего оценочного средства составляет 80-100%; «удовлетворительно» – выполнено 40-80%; «неудовлетворительно» – выполнено 0-40%

Рейтинговый балл за выполнение части или полного объема заданий соответствующего оценочного средства выставляется по формуле:

Рейтинговый балл =  $k \times$  Максимальный балл,

где  $k = 0,2$  при уровне освоения «неудовлетворительно»,  $k = 0,4$  при уровне освоения «удовлетворительно»,  $k = 0,8$  при уровне освоения «хорошо» и  $k = 1$  при уровне освоения «отлично».

Оценка на этапе промежуточной аттестации выставляется согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов БашГУ:

На зачете выставляется оценка:

- зачтено - при накоплении от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено - при накоплении от 0 до 59 рейтинговых баллов.

При получении на экзамене оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», на зачёте оценки «зачтено» считается, что результаты обучения по дисциплине (модулю) достигнуты и компетенции на этапе изучения дисциплины (модуля) сформированы.