

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

Факультет  
Кафедра

*Естественнонаучный*  
*Химии и химической технологии*

Оценочные материалы по дисциплине (модулю)

дисциплина *Расчеты технических показателей химико-технологических процессов*

*Блок ФТД, вариативная часть, ФТД.В.01*

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)

*старший преподаватель*

*Казакова Е. В.*

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>8</b>
<b>3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций .....</b>	<b>11</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
		1	2	3	4	
		неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
Способностью и готовностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1)	1 этап: Знания	Не знает понятие химико-технологического процесса; сырьевую и энергетические базы современного химического производства; типы применяемых химических реакторов, их конструкции.	Знает понятие химико-технологического процесса и имеет общее представление об сырьевой и энергетической базе современного химического производства; типах применяемых химических реакторов, их конструкции.	Знает понятие химико-технологического процесса; сырьевую и энергетические базы современного химического производства; типы применяемых химических реакторов, их конструкции, но допускает некоторые неточности при формулировке ответа.	Знает понятие химико-технологического процесса; сырьевую и энергетические базы современного химического производства; типы применяемых химических реакторов, их конструкции.	Устный опрос
	2 этап: Умения	Не владеет современными представлениями о расчетах	Слабо владеет современными представлениями о расчетах	Владеет современными представлениями о расчетах	Владеет современными представлениями о расчетах	Контрольная работа

		технических показателей химико-технологических процессов; методами расчета основных параметров химико-технологических процессов.	технических показателей химико-технологических процессов; методами расчета основных параметров химико-технологических процессов.	технических показателей химико-технологических процессов, но допускает неточности в методах расчета основных параметров химико-технологических процессов.	технических показателей химико-технологических процессов; методами расчета основных параметров химико-технологических процессов.	
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Не умеет рассчитывать расходные коэффициенты, материальные и тепловые балансы химико-технологического процесса.	Умеет рассчитывать расходные коэффициенты, но затрудняется в расчетах материального и теплового баланса химико-технологического процесса.	Умеет рассчитывать расходные коэффициенты, материальные и тепловые балансы химико-технологического процесса, но допускает ошибки.	Умеет рассчитывать расходные коэффициенты, материальные и тепловые балансы химико-технологического процесса.	Индивидуальные задания
Готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные	1 этап: Знания	Не умеет рассчитывать и проводить обработку основных характеристик химико-технологических	Умеет только рассчитывать основные характеристики химико-технологических процессов с использованием	Умеет рассчитывать и проводить обработку основных характеристик химико-технологических	Умеет рассчитывать и проводить обработку основных характеристик химико-технологических	Индивидуальные задания

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 для расчета технологических параметров оборудования (ПК-2)		процессов с использованием современных информационных технологий.	современных информационных технологий.	процессов с использованием современных информационных технологий, но допускает неточности при интерпретации отдельных результатов.	процессов с использованием современных информационных технологий.	
	2 этап: Умения	Не знает методы составления материальных и тепловых балансов; алгоритмы расчета химико-технологических процессов.	Имеет общее представление о методах составления материальных и тепловых балансов; алгоритмах расчета химико-технологических процессов.	Знает методы составления материальных и тепловых балансов; алгоритмы расчета химико-технологических процессов, но допускает небольшие ошибки.	Знает методы составления материальных и тепловых балансов; алгоритмы расчета химико-технологических процессов.	Устный опрос
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Не владеет навыками составления материальных и тепловых балансов технологических аппаратов и установок (химико-технологических	Слабо владеет навыками составления материальных и тепловых балансов технологических аппаратов и установок (химико-технологических	Владеет навыками составления материальных и тепловых балансов технологических аппаратов и установок (химико-технологических процессов);	Владеет навыками составления материальных и тепловых балансов технологических аппаратов и установок (химико-технологических процессов);	Контрольная работа

		процессов); навыками использования компьютера и прикладных программ при расчетах химико- технологических процессов.	процессов); навыками использования компьютера и прикладных программ при расчетах химико- технологических процессов.	навыками использования компьютера и прикладных программ при расчетах химико- технологических процессов, но допускает неточности.	навыками использования компьютера и прикладных программ при расчетах химико- технологических процессов.	
Готовностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК- 3)	1 этап: Знания	Не владеет навыками использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементами экономического анализа при расчетах технических показателей химико- технологических процессов.	Слабо владеет навыками использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементами экономического анализа при расчетах технических показателей химико- технологических процессов.	Владеет навыками использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементами экономического анализа при расчетах технических показателей химико- технологических процессов.	Грамотно владеет навыками использования нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементами экономического анализа при расчетах технических показателей химико- технологических процессов.	Контрольная работа
	2 этап: Умения	Не умеет анализировать и обосновывать	Испытывает трудности при анализировании и	Умеет анализировать и обосновывать	Умеет анализировать и обосновывать	Индивидуальные задания

		оптимальные параметры химико-технологических процессов.	обоснование оптимальных параметров химико-технологических процессов.	оптимальные параметры химико-технологических процессов, но допускает ошибки.	оптимальные параметры химико-технологических процессов.	
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Не знает типовые процессы химической технологии; критерии эффективности (технологические и экономические) химико-технологических процессов.	Имеет общее представление о типовых процессах химической технологии; критерии эффективности (технологические и экономические) химико-технологических процессов.	Хорошо знает типовые процессы химической технологии; критерии эффективности (технологические и экономические) химико-технологических процессов.	Знает типовые процессы химической технологии; критерии эффективности (технологические и экономические) химико-технологических процессов.	Устный опрос

**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**

**Перечень вопросов к устному опросу**

*Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-1 на этапе «Знание»*

1. Классификация химико-технологических процессов.
2. Технические показатели химико-технологического процесса.
3. [Расчет технологических показателей: конверсия](#), селективность, выход.
4. [Расчет технологических показателей: производительность и интенсивность](#).
5. Экономические показатели химико-технологического процесса.
6. Понятие химического реактора.
7. Требования, предъявляемые к химическим реакторам.
8. Классификация химических реакторов.
9. Понятие и характеристика реактора идеального смешения.
10. Понятие и характеристика реактора идеального вытеснения.

*Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-2 на этапе «Знание»*

1. Эксплуатационные показатели химико-технологического процесса.
2. Материальный и тепловой балансы.
3. Определение расходных коэффициентов по сырью.
4. Расчет константы равновесия идеальных и реальных газов.
5. Приближенные и точные расчеты термодинамических функций органических веществ.
6. Каскад реакторов смешения.
7. Адиабатические и политермические реакторы.
8. Каким образом ведут расчет производительности реактора?
9. Нарисуйте и опишите графики зависимостей текущих концентраций и степеней превращения ингредиентов от времени.
10. Влияет ли концентрация исходного раствора на выход готовых продуктов и каким образом?

*Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-3 на этапе «Знание»*

1. Равновесие в жидкофазных системах.
2. Расчет состава равновесных смесей.
3. Тепловые расчеты химико-технологических процессов.
4. Термодинамические характеристики химических процессов.
5. Подбор параметров химико-технологического процесса, обеспечивающих максимальный выход готового продукта.
6. Опишите процесс образования пленки из раствора смолы.
7. Каким образом влияют силовые характеристики тока на выход готового продукта?
8. Объясните конструкцию и принцип работы модельной установки электролиза.
9. Каким образом ведут расчет количества компонентов, образовавшихся в результате электролиза раствора.
10. Опишите принцип составления материального баланса.

## Индивидуальные задания

*Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-1 на этапе «Умения»*

1. Расчёты движущих сил процессов теплопередачи.
2. Расчёты стационарных процессов передачи теплоты теплопроводностью.
3. Расчёты процессов конвективного теплообмена без изменения и с изменением агрегатного состояния теплоносителей.
4. Расчёты процессов сложного процесса теплообмена (теплопередачи).
5. Расчёт процессов выпаривания: расчёт материальных и тепловых балансов.

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

1. Расчёт термодинамического равновесия между фазами.
2. Расчёт и составление уравнений линий равновесия.
3. Расчёт и составление уравнений линий рабочих концентраций фаз.
4. Расчёт кинетики массообменных процессов: коэффициентов массоотдачи и массопередачи.
5. Технологический расчёт процессов массопередачи и массообменных аппаратов с фиксированной поверхностью контакта фаз.

*Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-3 на этапе «Умения»*

1. Технологический расчёт процессов массопередачи и массообменных аппаратов со свободной поверхностью контакта фаз.
2. Технологический расчёт процессов физической абсорбции.
3. Технологический расчёт процессов непрерывной ректификации бинарных смесей.
4. Расчёт процессов экстракции в системах жидкость-жидкость.
5. Технологический расчёт процессов конвективной сушки влажных материалов.

## Контрольная работа

*Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-1 на этапе «Владение»*

1. Определить степень превращения и расход известняка (на 1 т готового продукта) при получении извести, которая содержит, %: CaO – 87; CaCO<sub>3</sub> – 8; примеси – 5.
2. Рассчитать степень превращения азота, если на производство 1 т NH<sub>3</sub> расходуется 2800 м<sup>3</sup> (н. у.) азотоводородной смеси, содержащей 0,2 об. % CH<sub>4</sub>. Мольное соотношение N<sub>2</sub> : H<sub>2</sub> в азотоводородной смеси составляет 1 : 3.
3. Вычислить селективность процесса производства CCl<sub>4</sub> по Cl<sub>2</sub>, если продукты реакций имеют следующий состав, об. %: CCl<sub>4</sub> – 94, CHCl<sub>3</sub> – 6.
4. Сколько можно получить 35%-ной соляной кислоты из 1 т технического хлорида натрия, влажность которого *W* составляет 1,2%, если степень превращения NaCl *x* составляет 93,5%, а потери NaCl – 0,8%?
5. Рассчитать массу и объем (н. у.) воздуха для приготовления аммиачно-воздушной смеси с содержанием аммиака 11,5 об. %, если расход NH<sub>3</sub> составляет 5 т/ч. Определить среднюю молярную массу аммиачно-воздушной смеси.

*Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-2 на этапе «Владение»*

1. Определить объем при н.у. и массу азотоводородной смеси (мольное соотношение  $N_2 : H_2 = 1 : 3$ ), если объем при температуре  $480^\circ C$  и давлении  $300 \cdot 10^5$  Па составляет  $1500 \text{ м}^3$ .

2. Рассчитать в массовых долях содержание Al, P, O, а также  $Al_2O_3$ ,  $P_2O_5$ ,  $H_2O$  в  $AlPO_4 \cdot 3H_2O$ . Молярная масса  $AlPO_4 \cdot 3H_2O$  – 176 г/моль.

3. Для получения смешанного удобрения используются хлорид калия, карбамид и двойной суперфосфат. Определить расход исходных компонентов на 1 т продукта, если массовое соотношение питательных компонентов N : P : K составляет 1 : 1 : 1, содержание  $P_2O_5$  в двойном суперфосфате – 50%.

4. Рассчитать жесткость воды после умягчения содовым способом и массу образующегося осадка, если объем воды составляет  $150 \text{ м}^3$ , общая жесткость воды – 10 ммоль/л, концентрация ионов  $Mg^{2+}$  – 20 мг/л. Степень осаждения ионов  $Ca^{2+}$  составляет 95%,  $Mg^{2+}$  – 98%.

5. Для получения этилового спирта способом прямой гидратации этилена в гидратор подали 16,5 моля этилена. Из них при температуре  $290^\circ C$  и давлении  $7 \cdot 10^6$  Па гидратации подверглись 13,2 моля. Определить степень превращения этилена, начальный и конечный объемы газовой смеси при указанных условиях.

*Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции ПК-3 на этапе «Владение»*

1. Составить материальный баланс реактора окисления аммиака, в который по ступает аммиачно-воздушная смесь с расходом  $10000 \text{ м}^3/\text{ч}$ , содержащая 9% об. аммиака. Степень превращения аммиака – 0,98; селективность по оксиду азота – 0,95. Побочным продуктом считать только азот.

2. Составить материальный баланс хлоратора в производстве 1 т хлорбензола. Содержание продуктов, % масс.: бензол – 65,0; хлорбензол – 32,0; дихлорбензол – 2,5; трихлорбензол – 0,5. Технический бензол содержит 97,5 % масс.  $C_6H_6$ , технический хлор – 98 % масс.  $Cl_2$ .

3. Составить тепловой баланс реактора синтеза метанола, если исходный газ имеет состав (в % по объёму): 20 CO и 80  $H_2$ . Скорость его подачи  $80000 \text{ м}^3/\text{ч}$  при температуре на входе в реактор 473 К, на выходе – 573 К. Конверсия CO 35%. Теплоёмкость газа на входе и на выходе одинакова и равна 32,3 (кДж/моль·К). С помощью холодильника отводится 20240000 кДж.

4. Определить время работы колонки с Na-катионитом до регенерации, если в неё поступает вода с жёсткостью 5,0 ммоль/л и скоростью потока  $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Объём катионита  $2 \text{ м}^3$ , его ёмкость поглощения 1200 моль/ $\text{м}^3$ .

5. Реактор периодического действия за 8 ч работы производит 4,75 кмоль продукта. Для того чтобы загрузить реактор и нагреть до температуры реакции, требуется 0,2 ч. Для того чтобы выгрузить продукт и подготовить реактор к следующему циклу, требуется 0,8 ч. Определить необходимый объём реактора, если 90% поступающего в реактор исходного реагента с концентрацией 8 моль/л подвергается превращению, константа скорости реакции  $k = 0,003 \text{ мин}^{-1}$ .

**Перечень вопросов к зачету**

1. Основные понятия химико-технологических процессов.
2. Классификация химико-технологических процессов.

3. Классификация химических реакций, лежащих в основе промышленных химико-технологических процессов.
4. Технологические критерии эффективности химико-технологического процесса.
5. Показатели эффективности химико-технологических процессов.
6. Характеристика методов оптимизации химико-технологических процессов.
7. Основные теоретические и экспериментальные методы исследований типовых химико-технологических процессов.
8. Расчет равновесного состава сложных реакций.
9. Тепловые расчеты химико-технологических процессов.
10. Термодинамические характеристики химических процессов.
11. Расчеты констант равновесия и равновесного выхода продукта.
12. Расчет состава реакционных смесей и составление материального баланса промышленных процессов, основанных на обратимых реакциях.
13. Составление материальных балансов необратимых химико-технологических процессов.
14. Расчеты теплот химических превращений.
15. Расчеты теплот физических превращений.
16. Система единиц измерения физических величин.
17. Основные физические закономерности, определяющие протекание процессов, принципы их расчета и исследования. Принцип Ле-Шателье. Правило фаз Гиббса. Материальный и энергетический балансы.
18. Математические модели химических реакторов.
19. Расчеты реакторов различных типов.
20. Расчеты теплового баланса промышленных процессов.
21. Расчеты с использованием законов химической кинетики.
22. Расчеты кинетических параметров.
23. Особенности расчета каталитических реакторов.
24. Расчеты каталитических процессов и реакторов.
25. Расчеты массообменных процессов и реакторов для системы Ж-Г.
26. Расчеты массообменных процессов в системе Ж-Ж.
27. Расчеты массообменных процессов в системе Г-Т.
28. Расчеты массообменных процессов в системе Ж-Т.
29. Расчеты электрохимических процессов.
30. Расчет химико-технологической системы.

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

#### Рейтинг-план дисциплины

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
1. Устный опрос	5	3	0	15
2. Индивидуальные задания	10	1	0	10
<b>Рубежный контроль</b>	<b>25</b>		<b>0</b>	<b>25</b>
Письменная контрольная работа	25	1	0	25
<b>Модуль 2</b>				

<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>25</b>
1. Устный опрос	5	3	0	15
2. Индивидуальные задания	10	1	0	10
<b>Рубежный контроль</b>	<b>25</b>		<b>0</b>	<b>25</b>
Письменная контрольная работа	25	1	0	25
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
Посещение практических (практических, лабораторных занятий)			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
Зачет				

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.