

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
«05» _____ 2023 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

**Б1.В.05 Современные технологии и оборудование выделения и
концентрирования органических соединений**

(наименование дисциплины)

18.04.01 «Химическая технология»

(код и наименование направления подготовки)

Программа подготовки:

«Разработка и создание высокотехнологичных
химических производств»

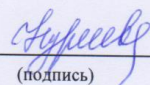
Магистр
квалификация

Очная, очно-заочная
форма обучения

Нижекамск, 2023 г.

Составитель ФОС:

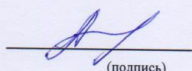
доцент кафедры Нефтехимического синтеза
(должность)


(подпись)

Э.Н.Нуриева
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры Нефтехимического синтеза,
протокол от 12 апреля 2023 г. № 8

Зав. кафедрой



(подпись)

Р. З. Агзамов
(Ф.И.О)

Эксперт:

Руководитель программы магистратуры, разработчик учебного плана

Вдовина С.В., доцент кафедры Нефтехимического синтеза НХТИ ФГБОУ
ВО «КНИТУ»


Ф.И.О., должность, организация, подпись

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

Компетенция:

ПК-5 Способен проводить технологические и технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта:

Индикаторы достижения компетенции:

ПК-5.1 Знает технологию, научно-технические достижения и передовой опыт, физические, физико-химические и химические основы технологических процессов; формы и методы производственно-хозяйственной и финансово-экономической деятельности производства и организации ;

ПК-5.2 Умеет разрабатывать проекты перспективных годовых, текущих планов по всем видам деятельности; повышать эффективность работы производства на основе внедрения новой техники и технологии производства; проводить технико-экономический анализ работы технологических объектов производства;

ПК-5.3 Владеет навыками обеспечения эффективности проектных решений, современной и качественной подготовки производства и модернизации оборудования, достижения высокого качества продукции в процессе ее разработки и производства; навыками проводить технологические и технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проекта

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
			очная/очно-заочная
2 семестр/ 3 семестр			
1	Тема 1. Колонные массообменные аппараты. Тарельчатые колонны	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3	Лабораторная работа №1-3, зачет
2	Тема 2. Колонные массообменные аппараты. Насадочные колонны	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3	Лабораторная работа №1-3,зачет
3	Тема 3. Колонные массообменные аппараты. Расчет колонных массообменных аппаратов	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3	Лабораторная работа №1-3,зачет
4	Тема 4. Экстракционные аппараты Сущность экстракции	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3	зачет
5	Тема 5. Экстракционные аппараты. Экстракционные аппараты	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3	зачет
3 семестр/ 4 семестр			
6	Тема 6. Сушилki. Сущность процесса осушки	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3	Лабораторная работа №4-5, экзамен
7	Тема 7. Сушилki. Сушилki	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3	Лабораторная работа №4-5, экзамен
8	Тема 8. Выпаривание и кристаллизация. Выпаривание	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3	Лабораторная работа №6-7, экзамен
9	Тема 9. Выпаривание и кристаллизация. Кристаллизаторы	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3	Лабораторная работа №6-7, экзамен

10	Тема 10. Разделение неоднородных систем. Осаждение, фильтрование, центрифугирование	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3	Лабораторная работа №8, экзамен
11	Тема 11. Разделение неоднородных систем. Оборудование разделения неоднородных систем	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3	Лабораторная работа №8, экзамен
12	Тема 12. Перемешивание в жидких средах	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3	Лабораторная работа №9-10, экзамен
13	Тема 13. Механические процессы	ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3	Лабораторная работа №11, экзамен

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Оценивающие мероприятия	Кол-во	Баллы	
		min	max
2 семестр/3семестр			
Мероприятия текущего контроля			
Лабораторные работы	3	30	50
Посещение лекций, лабораторных занятий	10	6	10
Зачет	1	24	40
ИТОГО		60	100
3 семестр/4семестр			
Мероприятия текущего контроля			
Лабораторные работы	8	32	48
Посещение лекций и лабораторных занятий	14	4	12
Экзамен	1	24	40
ИТОГО		60	100

2 семестр/3 семестр

Шкала перевода итогового рейтингового балла $R_{дс}$:

Интервал баллов рейтинга	Оценка
$0 \leq R_{дс} < 60$	«не зачтено»
$60 \leq R_{дс} < 100$	«зачтено»

3 семестр/4 семестр

Шкала перевода итогового рейтингового балла $R_{дс}$ в 4-балльную систему оценки знаний.

Интервал баллов рейтинга	Оценка
$0 \leq R_{дс} < 60$	«неудовлетворительно» (2)
$60 \leq R_{дс} < 73$	«удовлетворительно» (3)
$73 \leq R_{дс} < 87$	«хорошо» (4)
$87 \leq R_{дс} \leq 100$	«отлично» (5)

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»)
Технологический факультет
Кафедра нефтехимического синтеза

Семестр 3/4

Экзаменационные вопросы

по дисциплине «Современные технологии и оборудование выделения и концентрирования органических соединений»

1. Основные параметры контактных устройств.
2. Сущность процесса сушки и его виды.
3. Классификация контактных устройств
4. Физические основы и сущность процессов экстракции.
5. Тарельчатые массообменные аппараты
6. Периодическое и непрерывное выпаривание. Многоступенчатое выпаривание.
7. Насадочные колонны. Типы насадок.
8. Схемы выпарных станций. Основные конструкции выпарных аппаратов.
9. Распределительные устройства в насадочных колоннах. Сепараторы для газожидкостных потоков.
10. Кристаллизаторы. Принцип действия и основные конструкции кристаллизаторов.
11. Гидродинамика насадочных колонн.
12. Осаждение (отстаивание). Конструкции отстойников и их технологический и конструктивный расчет.
13. Смесительно-отстойные экстракторы.
14. Фильтрование. Периодические и непрерывные фильтры. Барабанные вакуум-фильтры.
15. Колонные экстракторы (распылительные, насадочные, с ситчатыми тарелками).
16. Гидроциклоны. Основные конструкции гидроциклонов.
17. Классификация способов дробления. Классификация измельчителей.
18. Пневматическое, гидравлическое и механическое перемешивание.
19. Рукавные фильтры. Принцип действия и конструкции. Электрофильтры. Принцип электрофильтрации газов.
20. Центрифугирование. Фактор разделения. Классификация центрифуг.
21. Технологический расчет процесса кристаллизации.
22. Основные конструкции выпарных аппаратов. Элементы конструкции выпарок: подвод пара, отвод конденсата, сепараторы.
23. Барабанные вакуум-фильтры. Циклограмма работы барабанного вакуум-фильтра.
24. Экстракторы с механическим перемешиванием сред.
25. Одно- и многокамерные сушилки кипящего слоя, аэрофонтанные и распылительные сушилки.
26. Расчет колонных аппаратов на прочность и устойчивость.
27. Технологический расчет центрифуги.
28. Принцип эффективной работы гидроциклона. Основные размеры гидроциклона и материалы для его изготовления.
29. Пылеочистное оборудование. Отстойные газоходы.
30. Приводы мешалок.

31. Разделение сыпучих материалов просеиванием и грохочением через сита и решетки.
32. Учет тепла растворения и кристаллизации в тепловом балансе аппарата.
33. Расчет вертикальных аппаратов на действие сейсмических сил.
34. Экстракция из смеси жидких веществ.
35. Вакуум-сушильный шкаф, гребковая сушилка, одно- и двухвальцовая сушилка
36. Основы конструктивного расчета выпарных аппаратов.
37. Колонные экстракторы (распылительные, насадочные, с ситчатыми тарелками).
38. Разделение сыпучих материалов просеиванием и грохочением через сита и решетки.
39. Насадочные колонны. Типы насадок.
40. Классификация контактных устройств

Критерии оценки:

Оценка «отлично» или 36-40 баллов - ответы на вопросы свидетельствуют об уверенных знаниях и умении студента.

Оценка «хорошо» 32-35 баллов - ответы на вопросы свидетельствуют о достаточных знаниях и умении студента.

Оценка «удовлетворительно» 25-31 баллов - ответы на вопросы свидетельствуют о недостаточных знаниях и ограниченном умении студента.

Оценка «неудовлетворительно» 0-24 баллов - ответы на вопросы свидетельствуют о слабых знаниях и неумении студента.

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»)
Технологический факультет
Кафедра нефтехимического синтеза

Комплект вопросов для зачета
по дисциплине Б1.В.05 Современные технологии и оборудование выделения и
концентрирования органических соединений

2 семестр/3 семестр

Основные параметры контактных устройств. Классификация контактных устройств. Тарельчатые массообменные аппараты: ситчатые, колпачковые (капсульные, туннельные, S-образные), клапанные, решетчатые, чешуйчатые, провального типа, рециркуляционные, с вращающимися тарелками, инжекционного действия, с вихревым потоком.

Насадочные колонны. Типы насадок. Распределительные устройства в насадочных колоннах. Сепараторы для газожидкостных потоков. Гидродинамика насадочных колонн.

Механический расчет тарелок. Расчет колонных аппаратов на прочность и устойчивость. Расчет вертикальных аппаратов на действие сейсмических сил.

Физические основы и сущность процессов экстракции. Экстракция из смеси жидких веществ

Смесительно-отстойные экстракторы. Колонные экстракторы (распылительные, насадочные, с ситчатыми тарелками). Экстракторы с механическим перемешиванием сред.

Критерии оценки:

Для очной формы обучения:

Максимально 40 баллов - за полный, развернутый ответ на поставленные вопросы;

30 баллов - за неполный ответ, включающий ошибки в раскрытии понятий;

24 балла – за неполный ответ с допущением грубых ошибок при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений;

0 баллов – за отсутствие ответов по базовым вопросам дисциплины.

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

Комплект заданий для лабораторных работ
 по дисциплине Б1.В.05 Современные технологии и оборудование выделения и
концентрирования органических соединений

2 семестр/3 семестр

Лабораторная работа №1 «Расчет колонных аппаратов»

Задание: Рассчитать ректификационную колонну по следующему плану:

1. Построение зависимости давления насыщенных паров от температуры. Построение изобары комбинированной диаграммы и ху-диаграммы
2. Расчет однократного испарения бинарной смеси
3. Расчет материального баланса ректификационной колонны
4. Расчет теплового баланса ректификационной колонны
5. Расчет режима полного орошения
6. Расчет числа тарелок на комбинированной и ху-диаграммы
7. Расчет профиля концентраций и нагрузок по высоте колонны
8. Расчет фактического числа тарелок
9. Расчет диаметра колонны
10. Расчет высоты ректификационной колонны
11. Расчет конденсатора-холодильника
12. Расчет кипятыльника
13. Расчет диаметра штуцеров
14. Графическая схема колонны

	F,	Xf, %	Xp, %	Xw, %	вариант
Бензол-толуол	10	30	95	2	1
	15	35	97	1	2
	18	33	96	2	3
	20	34	94	3	4
	15	30	95	2	5
	20	33	96	2	6
	22	36	94	1	7
	24	37	95	2	8
	25	36	94	1	9
	26	35	96	1	10
	28	33	97	2	11
	30	30	95	3	12

Лабораторная работа №2 «Механический расчет тарелок колонных аппаратов»

Задание: Провести гидравлический расчет и подобрать стандартизованную колонну по условиям задач, приведенных в таблице.

Номер задачи	Тип тарелки	$G_{\text{п}} \cdot 10^{-3}$, кг/ч	$G_{\text{ж}} \cdot 10^{-3}$, кг/ч	$\rho_{\text{п}}$, кг/м ³	$\rho_{\text{ж}}$, кг/м ³	$\sigma \cdot 10^3$, Дж/м ²	$\mu_{\text{п}} \cdot 10^5$, Па·с	$\mu_{\text{ж}} \cdot 10^3$, Па·с	$n_{\text{ст}}$
1	Колпачковая	3,1	2,7	3,5	850	17	5,6	4,2	20
2	»	6,8	5,8	2,3	920	20	8,0	5,6	16
3	»	9,3	8,1	5,6	850	25	2,3	4,3	18
4	»	25,8	20,3	4,3	780	46	2,0	7,0	10
5	»	39,1	32,9	8,7	690	31	1,5	5,1	13
6	»	63,2	54,8	6,1	980	19	6,1	4,9	15
7	»	87,0	73,6	5,0	855	24	1,9	3,2	19
8	Клапанная	19,9	16,8	8,1	760	26	4,5	3,9	23
9	»	22,6	18,3	4,3	730	40	2,8	3,8	14
10	»	28,4	23,6	6,2	840	38	6,1	4,6	17
11	»	36,1	29,9	8,5	710	31	4,3	7,3	18
12	»	42,5	34,3	6,9	800	29	3,5	6,4	20
13	»	53,8	46,3	5,8	950	24	1,9	1,6	9
14	Ситчатая	5,0	4,8	4,3	760	42	2,3	2,9	8
15	»	6,8	6,2	3,7	830	19	3,1	3,4	15
16	»	23,5	18,7	2,9	820	46	2,4	4,1	20
17	»	28,9	24,6	6,4	900	35	2,6	5,0	17
18	»	38,2	33,3	5,5	750	36	3,0	6,1	12
19	»	49,5	39,6	5,3	780	28	1,8	5,6	11
20	Провальная	38,3	31,3	8,3	760	27	2,3	3,1	10
21	»	40,1	32,6	7,8	860	46	4,0	6,1	13
22	»	56,3	42,1	4,9	680	68	3,8	4,5	8
23	»	59,8	44,4	5,1	930	36	3,6	7,1	19
24	»	60,8	51,1	7,0	840	32	2,9	3,8	16
25	»	86,3	76,6	6,3	760	24	3,9	5,0	13

Примечание: $G_{\text{п}}$ – нагрузка колонны по пару; $G_{\text{ж}}$ – нагрузка колонны по жидкости; $\rho_{\text{п}}$ – плотность пара; $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости; σ – поверхностное натяжение жидкости; $\mu_{\text{п}}$ – вязкость пара; $\mu_{\text{ж}}$ – вязкость жидкости; $n_{\text{ст}}$ – число ступеней изменения концентрации.

Лабораторная работа №3 «Расчет вертикального колонного аппарата на действие ветровой нагрузки»

Задание: Рассчитать ректификационную колонну на действие ветровой нагрузки, рассчитанной в лабораторной работе №1.

3 семестр/4 семестр

Лабораторная работа №4 «Материальный баланс сушилок»

Задание: Произвести расчет барабанной сушилки по условиям, приведенным в таблице

№	G_k , кг/с	Фракция 2-1,5, %	Фракция 1,5-1, %	ω_n , %	ω_k , %	θ_1 , °C	t_{cm} , °C	t_2 , °C	φ_0 , %
1	4	10	90	20	0,5	15	300	90	65
2	4,5	15	85	19	0,6	16	310	100	66
3	5	20	80	18	0,7	17	320	110	67
4	5,5	25	75	17	0,8	18	330	120	68
5	6	10	90	16	0,9	19	340	90	69
6	4	15	85	15	1	20	350	100	70
7	4,5	20	80	14	0,5	21	360	110	71
8	5	25	75	13	0,6	15	370	120	72
9	5,5	10	90	12	0,7	16	380	90	73
10	6	15	85	11	0,8	17	390	100	74
11	4	20	80	10	0,9	18	400	110	75
12	4,5	25	75	20	1	19	410	120	76
13	5	10	90	19	0,5	20	420	90	77
14	5,5	15	85	18	0,6	21	430	100	78
15	6	20	80	17	0,7	15	440	110	79
16	4	25	75	16	0,8	16	450	120	80
17	4,5	10	90	15	0,9	17	300	90	65
18	5	15	85	14	1	18	310	100	66
19	5,5	20	80	13	0,5	19	320	110	67
20	6	25	75	12	0,6	20	330	120	68

Лабораторная работа №5 «Тепловой расчет сушильной камеры»

Задание: Произвести расчет барабанной сушилки по условиям, приведенных в таблице

№	G_k , кг/с	Фракция 2-1,5, %	Фракция 1,5-1, %	ω_n , %	ω_k , %	θ_1 , °C	t_{cm} , °C	t_2 , °C	φ_0 , %
1	4	10	90	20	0,5	15	300	90	65
2	4,5	15	85	19	0,6	16	310	100	66
3	5	20	80	18	0,7	17	320	110	67
4	5,5	25	75	17	0,8	18	330	120	68
5	6	10	90	16	0,9	19	340	90	69
6	4	15	85	15	1	20	350	100	70
7	4,5	20	80	14	0,5	21	360	110	71
8	5	25	75	13	0,6	15	370	120	72
9	5,5	10	90	12	0,7	16	380	90	73
10	6	15	85	11	0,8	17	390	100	74
11	4	20	80	10	0,9	18	400	110	75
12	4,5	25	75	20	1	19	410	120	76

13	5	10	90	19	0,5	20	420	90	77
14	5,5	15	85	18	0,6	21	430	100	78
15	6	20	80	17	0,7	15	440	110	79
16	4	25	75	16	0,8	16	450	120	80
17	4,5	10	90	15	0,9	17	300	90	65
18	5	15	85	14	1	18	310	100	66
19	5,5	20	80	13	0,5	19	320	110	67
20	6	25	75	12	0,6	20	330	120	68

Лабораторная работа №6 «Расчет выпарного аппарата»

Задание: Рассчитать однокорпусную выпарную установку для концентрирования водных растворов по следующим данным:

1. Производительность установки по исходному раствору – кг/ч;
 2. Концентрация раствора: начальная – % масс.; конечная – % масс.;
 3. Давление греющего пара – $P = \text{МПа}$;
 4. Давление в барометрическом конденсаторе – $P = \text{МПа}$;
 5. Раствор подается в первый корпус подогретым до температуры кипения;
 6. Схема выпаривания - прямоточная; циркуляция естественная
- Данные взять у преподавателя.

Лабораторная работа №7 «Технологический расчет процесса кристаллизации»

Задача №1. До какой температуры надо охладить горячий 40% водный раствор калиевой селитры, чтобы после охлаждения и выпадения кристаллов концентрация маточного раствора стала вдвое меньше исходной?

Задача №2. Сколько килограммов кристаллов выделится при охлаждении от 30 до 15 °С 4,2 т раствора соды, содержащего 2,5 моль соды на 1000 г воды? Сода кристаллизуется с 10 молекулами воды.

Задача №3. Определить необходимую площадь поверхности охлаждения противоточного кристаллизатора, в котором охлаждается от 85 до 35 °С 10 000 кг/ч раствора, содержащего 7,0 моль серноокислого аммония на 1000 г воды. При охлаждении испаряется вода (5% от массы начального раствора). Коэффициент теплопередачи 127 Вт/(м²·К). Охлаждающая вода нагревается от 13 до 24 °С. Определить также ее расход.

Лабораторная работа №8 «Расчет осадительной центрифуги»

Задание: Рассчитать производительность, потребляемую энергию, конструкцию валов и опор осадительной центрифуги. Данные взять у преподавателя.

Лабораторная работа №9 «Определение рабочей мощности лопастной мешалки»

Определить рабочую мощность мешалки и мощность электродвигателя, приводящего во вращение мешалку, при механическом перемешивании суспензии. Внутренний диаметр сосуда и высота жидкости в нем составляют $D_{\text{вн}} = \text{м}$ и $h_3 = \text{м}$. Мешалка пропеллерного типа имеет две лопасти длиной по $l = \text{м}$ каждая, скорость вращения об/мин. Суспензия содержит вес. % твердых частиц плотностью $\rho_{\text{тв}} = \text{кг/м}^3$. Плотность и вязкость сплошной фазы составляют $\rho_0 = \text{кг/м}^3$ и $\mu_0 = \text{спз}$. Данные взять у преподавателя.

Лабораторная работа №10 «Расчет усилий, действующих на лопасти двухлопастной мешалки»

Задание: рассчитать рабочие усилия, действующих на лопасти двухлопастной мешалки по исходным данным:

- Диаметр аппарата (D);
- Плотность перемешиваемой среды (ρ);
- Динамическая вязкость перемешиваемой среды (μ).
- Частота вращения мешалки (n).

Данные взять у преподавателя.

Лабораторная работа №11 «Технологический и конструктивный расчет гладковалковой дробилки»

Задание: определить угол захвата, оптимальную угловую скорость эксцентрикового вала, производительность, мощность двигателя гладковалковой дробилки.

Исходными данными для расчета дробилок являются максимальная крупность кусков в исходном материале D_{\max} , требуемая максимальная крупность готового продукта d_{\max} , прочность материала и производительность Q . Данные взять у преподавателя

Критерии оценки:

Студент должен выполнить 11 лабораторных работ.

Для очной формы обучения:

Для каждый лабораторной работы №1-3:

Максимально 15 баллов - за полный, развернутый ответ на поставленные вопросы ;

Минимально 8 баллов - за неполный ответ с допущением грубых ошибок при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений.

Для каждый лабораторной работы №4-11:

Максимально 6 баллов - за полный, развернутый ответ на поставленные вопросы;

Минимально 3 балла - за неполный ответ с допущением грубых ошибок при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений.

2 /3 семестр: при изучении дисциплины предусматривается выполнение трех лабораторных работ, за эти три контрольные точки студент может получить максимальное кол-во баллов – 45 б (по 15 б за каждое лабораторное занятие). За посещение лабораторных и лекционных занятий максимальное кол-во баллов – 15 б. В результате максимальный текущий рейтинг составит – 60 б. За зачет студент может получить максимальное кол-во баллов – 40.

3/4 семестр: при изучении дисциплины предусматривается выполнение восьми лабораторных работ, за эти восемь контрольных точек студент может получить максимальное кол-во баллов – 48 (по 6 б за каждое лабораторное занятие). За посещение лабораторных и лекционных занятий максимальное кол-во баллов – 12б. В результате максимальный текущий рейтинг составит – 60 б. За экзамен студент может получить максимальное кол-во баллов – 40.