

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Процессы и аппараты химической технологии

Направление подготовки/ специальность	18.03.01 Химическая технология		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Химический инжиниринг		
Специализация	Машины и аппараты химических производств		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	весенний
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		

Заведующий кафедрой - руководитель научно-образовательного центра на правах кафедры		Краснокутская Е.А.
Руководитель специализации		Беляев В.М.
Преподаватель		Фролова И.В.

2020 г.

1. Роль дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» в формировании компетенций выпускника:

Элемент образовательной программы (дисциплина)	Семестр	Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
				Код	Наименование
Процессы и аппараты химической технологии	6	ПК(У)-4	Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	К(У)-4.В1	Владеет практическими навыками при разработке технологических процессов и выборе аппаратного оформления для их проведения с учетом экологических последствий их применения.
				ПК(У)-4.У1	Умеет принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов с учетом экологических последствий их применения.
				ПК(У)-4.З1	Знает технические средства и технологии при разработке технологических процессов с учетом экологических последствий их применения.
		ПК(У)-8	Готов к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования	ПК(У)-8.В1	Владеет методами выбора конструкции и технологических показателей химических аппаратов и опытом технического обслуживания и эксплуатации вновь вводимого оборудования
				ПК(У)-8.У1	Умеет выполнять расчет и выбирать химические аппараты по заданным технологическим параметрам
				ПК(У)-8.З1	Знает методики выбора и расчета технологического оборудования химических и нефтехимических производств
		ПК(У)-9	Способность анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	ПК(У)-9.В3	Владеет навыками анализа технической документации и методиками обоснования и подбора конструкции оборудования, применяемого для реализации технологических процессов
				ПК(У)-9.У3	Умеет рассчитывать и оптимизировать материальные и энергетические параметры основных видов технологического оборудования
				ПК(У)-9.З3	Знает основы расчета материального и энергетического балансов производства и отдельных его стадий с целью определения необходимого количества технологического оборудования

2. Показатели и методы оценивания

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование раздела дисциплины	Методы оценивания (оценочные мероприятия)
Код	Наименование			
РД 1	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с созданием и переработкой материалов с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии	ПК(У)-4 ПК(У)-8	Раздел (модуль) 2. Основные закономерности процессов и общие принципы расчёта аппаратов; Раздел (модуль) 3. Массообменные процессы и аппараты; Раздел (модуль) 4. Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленности	<ul style="list-style-type: none"> • Тестирование • Индивидуальное домашнее задание • Решение задач • Сдача лабораторных работ • Коллоквиум • Экзамен
РД 2	Разрабатывать новые технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование химической технологии, проектировать объекты химической технологии в контексте предприятия, общества и окружающей среды	ПК(У)-4 ПК(У)-8 ПК(У)-9	Раздел (модуль) 2. Основные закономерности процессов и общие принципы расчёта аппаратов; Раздел (модуль) 3. Массообменные процессы и аппараты; Раздел (модуль) 4. Современные проблемы в области процессов и аппаратов в химической и нефтехимической промышленности	<ul style="list-style-type: none"> • Тестирование • Индивидуальное домашнее задание • Решение задач • Сдача лабораторных работ • Коллоквиум • Экзамен

3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

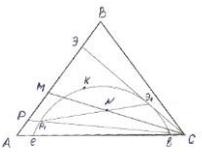
Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

% выполнения задания	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

Шкала для оценочных мероприятий экзамена

% выполнения заданий экзамена	Экзамен, балл	Соответствие традиционной оценке	Определение оценки
90%÷100%	18 ÷ 20	«Отлично»	Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному
70% - 89%	14 ÷ 17	«Хорошо»	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов
55% - 69%	11 ÷ 13	«Удовл.»	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов
0% - 54%	0 ÷ 10	«Неудовл.»	Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям

4. Перечень типовых заданий

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
1.	Тестирование	<p>1. В тройной диаграмме процесса экстракции укажите бинодальную линию и заштрихуйте область гетерогенных смесей</p>  <p>a) линия <i>екв</i> b) линия <i>ек</i> c) линия <i>кв</i></p>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>d) линия $P_1Э_1$</p> <p>2. Укажите, какое влияние оказывает флегмовое число на основные геометрические размеры аппарата и расход теплоносителя:</p> <p>a) С уменьшением флегмового числа высота аппарата уменьшается, а расход греющего пара возрастает;</p> <p>b) С увеличением флегмового числа высота аппарата не изменяется, а расход греющего пара уменьшается;</p> <p>c) С увеличением флегмового числа высота аппарата уменьшается, а расход греющего пара возрастает;</p> <p>d) С увеличением флегмового числа высота аппарата увеличивается, а расход греющего пара уменьшается.</p>
2.	Индивидуальное домашнее задание	<p>1. В ректификационной колонне непрерывного действия, работающей при атмосферном давлении 101,3кПа, получают G_k кубового остатка с концентрацией ВВК – $X_{вк}$. Содержание НКК в исходной смеси X_c, а в дистилляте X_d. Флегмовое число R. Рассчитать расход жидкости, протекающей в укрепляющей части колонны:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Мольный G_x, кмоль/с и кмоль/ч; – Массовый G_x, кг/с и кг/ч; – Относительный L (на 1 кмоль дистиллята); – Относительный мольный расход питания F; – Объемный расхо V_x, м³/с и м³/ч

Оценочные мероприятия

Примеры типовых контрольных заданий

Варианты заданий

Вариант	Бинарная смесь	\bar{G}_K , кг/ч	Концентрация, мол. доли			R
			x_{BK}	x_C	x_D	
1	Вода – муравьиная кислота	4630	0,47	0,65	0,93	2,0
2	Этанол – вода	4000	0,98	0,13	0,80	1,6
3	Этанол – бензол	4700	0,98	0,10	0,35	0,75
4	Муравьиная кислота – уксусная кислота	4450	0,97	0,30	0,95	9,6
5	Изопропиловый спирт – вода	4230	0,99	0,08	0,66	0,75
6	Хлороформ – бензол	2730	0,94	0,38	0,97	4,5
7	Толуол – уксусная кислота	3215	0,98	0,15	0,57	2,3
8	Метанол – этанол	3910	0,97	0,30	0,95	7,8
9	Бензол – уксусная кислота	4315	0,98	0,22	0,90	1,3
10	Метанол – вода	3050	0,98	0,25	0,93	1,4
11	Метанол – бензол	5245	0,97	0,12	0,55	0,4
12	Вода – уксусная кислота	4855	0,96	0,30	0,96	5,8
13	Бензол – толуол	4100	0,99	0,23	0,93	3,8
14	Ацетон – этанол	3800	0,98	0,17	0,90	3,7
15	Ацетон – метанол	3640	0,99	0,20	0,70	4,7
16	Ацетон – вода	2960	0,97	0,22	0,95	0,61
17	Ацетон – бензол	5520	0,97	0,20	0,95	3,8
18	Толуол – уксусная кислота	3215	0,98	0,15	0,57	2,3
19	Метанол – вода	3050	0,98	0,22	0,90	1,3
20	Ацетон – метанол	3640	0,99	0,23	0,7	4,7

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий																																																																																																																																							
		<p data-bbox="763 217 2078 272">2. Определите режим движения воды в канале при температуре 40 °С. Исходные данные для расчета приведены в таблице.</p> <p data-bbox="1346 309 1559 335" style="text-align: center;">Варианты заданий</p> <table border="1" data-bbox="1005 344 1899 1257"> <thead> <tr> <th data-bbox="1010 347 1099 432">№ варианта</th> <th data-bbox="1099 347 1229 432">Расход воды, м³/с</th> <th data-bbox="1229 347 1435 432">Сечение канала</th> <th data-bbox="1435 347 1695 432">Размеры канала</th> <th data-bbox="1695 347 1895 432">Коэффициент заполнения канала</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>8</td><td>Квадратное</td><td>2 x 2</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>2</td><td>1.6</td><td>Прямоугольное</td><td>a = 1, b = 2</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>3</td><td>0.232</td><td>Прямоугольное</td><td>a=1.2, b=0.4</td><td>0.60</td></tr> <tr><td>4</td><td>0.15</td><td>Кольцевое</td><td>d₁=0.50, d₂= 0.25</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>5</td><td>0.17</td><td>Квадратное</td><td>0.5 x 0.5</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>6</td><td>0.72</td><td>Прямоугольное</td><td>a = 1 b = 0.5</td><td>0.60</td></tr> <tr><td>7</td><td>0.685</td><td>Прямоугольное</td><td>a=1.2, b = 0.6</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>8</td><td>0.115</td><td>Кольцевое</td><td>d₁=0.300, d₂=0.125</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>9</td><td>1,1</td><td>Квадратное</td><td>0.8 x 0.8</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>10</td><td>0.0535</td><td>Прямоугольное</td><td>a = 0.9, b = 0.6</td><td>0.90</td></tr> <tr><td>11</td><td>0.096</td><td>Прямоугольное</td><td>a = 1, b = 0.78</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>12</td><td>0.0075</td><td>Кольцевое</td><td>d₁=0.80, d₂=0.22</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>13</td><td>0,00405</td><td>Квадратное</td><td>0.6 x 0.6</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>14</td><td>1.92</td><td>Прямоугольное</td><td>a = 2.0, b = 1.2</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>15</td><td>0.465</td><td>Квадратное</td><td>0.7 x 0.7</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>16</td><td>0.00151</td><td>Кольцевое</td><td>d =0.50, d₂=0.32</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>17</td><td>0.455</td><td>Квадратное</td><td>0.9 x 0.9</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>18</td><td>3.25</td><td>Прямоугольное</td><td>a =1.6, b = 2.0</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>19</td><td>0.735</td><td>Квадратное</td><td>0.7 x 0.7</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>20</td><td>0.0020</td><td>Кольцевое</td><td>d₁=0.60, d₂=0.32</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.314</td><td>Квадратное</td><td>0.6 x 0.6</td><td>0.80</td></tr> <tr><td>22</td><td>1.65</td><td>Прямоугольное</td><td>a = 2.0, b = 1.0</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.45</td><td>Квадратное</td><td>0.75 x 0.75</td><td>0.50</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.50</td><td>Кольцевое</td><td>d₁=0.90, d₂=0.32</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.87</td><td>Квадратное</td><td>1.2 x 1.2</td><td>1.00</td></tr> <tr><td>26</td><td>3.24</td><td>Прямоугольное</td><td>a=1.8, b =1.2</td><td>1.00</td></tr> </tbody> </table>	№ варианта	Расход воды, м ³ /с	Сечение канала	Размеры канала	Коэффициент заполнения канала	1	8	Квадратное	2 x 2	0.75	2	1.6	Прямоугольное	a = 1, b = 2	0.80	3	0.232	Прямоугольное	a=1.2, b=0.4	0.60	4	0.15	Кольцевое	d ₁ =0.50, d ₂ = 0.25	1.00	5	0.17	Квадратное	0.5 x 0.5	0.75	6	0.72	Прямоугольное	a = 1 b = 0.5	0.60	7	0.685	Прямоугольное	a=1.2, b = 0.6	0.75	8	0.115	Кольцевое	d ₁ =0.300, d ₂ =0.125	1.00	9	1,1	Квадратное	0.8 x 0.8	1.00	10	0.0535	Прямоугольное	a = 0.9, b = 0.6	0.90	11	0.096	Прямоугольное	a = 1, b = 0.78	0.80	12	0.0075	Кольцевое	d ₁ =0.80, d ₂ =0.22	1.00	13	0,00405	Квадратное	0.6 x 0.6	0.75	14	1.92	Прямоугольное	a = 2.0, b = 1.2	0.80	15	0.465	Квадратное	0.7 x 0.7	1.00	16	0.00151	Кольцевое	d =0.50, d ₂ =0.32	1.00	17	0.455	Квадратное	0.9 x 0.9	0.75	18	3.25	Прямоугольное	a =1.6, b = 2.0	0.85	19	0.735	Квадратное	0.7 x 0.7	1.00	20	0.0020	Кольцевое	d ₁ =0.60, d ₂ =0.32	1.00	21	0.314	Квадратное	0.6 x 0.6	0.80	22	1.65	Прямоугольное	a = 2.0, b = 1.0	0.75	23	0.45	Квадратное	0.75 x 0.75	0.50	24	0.50	Кольцевое	d ₁ =0.90, d ₂ =0.32	1.00	25	1.87	Квадратное	1.2 x 1.2	1.00	26	3.24	Прямоугольное	a=1.8, b =1.2	1.00
№ варианта	Расход воды, м ³ /с	Сечение канала	Размеры канала	Коэффициент заполнения канала																																																																																																																																					
1	8	Квадратное	2 x 2	0.75																																																																																																																																					
2	1.6	Прямоугольное	a = 1, b = 2	0.80																																																																																																																																					
3	0.232	Прямоугольное	a=1.2, b=0.4	0.60																																																																																																																																					
4	0.15	Кольцевое	d ₁ =0.50, d ₂ = 0.25	1.00																																																																																																																																					
5	0.17	Квадратное	0.5 x 0.5	0.75																																																																																																																																					
6	0.72	Прямоугольное	a = 1 b = 0.5	0.60																																																																																																																																					
7	0.685	Прямоугольное	a=1.2, b = 0.6	0.75																																																																																																																																					
8	0.115	Кольцевое	d ₁ =0.300, d ₂ =0.125	1.00																																																																																																																																					
9	1,1	Квадратное	0.8 x 0.8	1.00																																																																																																																																					
10	0.0535	Прямоугольное	a = 0.9, b = 0.6	0.90																																																																																																																																					
11	0.096	Прямоугольное	a = 1, b = 0.78	0.80																																																																																																																																					
12	0.0075	Кольцевое	d ₁ =0.80, d ₂ =0.22	1.00																																																																																																																																					
13	0,00405	Квадратное	0.6 x 0.6	0.75																																																																																																																																					
14	1.92	Прямоугольное	a = 2.0, b = 1.2	0.80																																																																																																																																					
15	0.465	Квадратное	0.7 x 0.7	1.00																																																																																																																																					
16	0.00151	Кольцевое	d =0.50, d ₂ =0.32	1.00																																																																																																																																					
17	0.455	Квадратное	0.9 x 0.9	0.75																																																																																																																																					
18	3.25	Прямоугольное	a =1.6, b = 2.0	0.85																																																																																																																																					
19	0.735	Квадратное	0.7 x 0.7	1.00																																																																																																																																					
20	0.0020	Кольцевое	d ₁ =0.60, d ₂ =0.32	1.00																																																																																																																																					
21	0.314	Квадратное	0.6 x 0.6	0.80																																																																																																																																					
22	1.65	Прямоугольное	a = 2.0, b = 1.0	0.75																																																																																																																																					
23	0.45	Квадратное	0.75 x 0.75	0.50																																																																																																																																					
24	0.50	Кольцевое	d ₁ =0.90, d ₂ =0.32	1.00																																																																																																																																					
25	1.87	Квадратное	1.2 x 1.2	1.00																																																																																																																																					
26	3.24	Прямоугольное	a=1.8, b =1.2	1.00																																																																																																																																					
3.	Решение задач	<p data-bbox="712 1342 835 1367">Задание 1.</p> <p data-bbox="712 1374 2098 1406">1. Найти скорости газа и жидкости в холодильнике, если известно, что холодильник состоит из</p>																																																																																																																																							

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>двух концентрических стальных труб диаметром 29х2,5 мм и 54х2,5 мм. По внутренней трубе протекают 3,73 т/ч рассола плотностью 1150 кг/м³. В межтрубном пространстве проходит 160 кг/ч газа под давлением $p_{абс}=3$ кгс/см² (~0,3 Мпа) при средней температуре 0°С. Плотность газа при 0°С и 760 мм рт. ст. равна 1,2 кг/м³.</p> <p>2. Из отверстия диаметром 10 мм в дне открытого бака, в котором поддерживается постоянный уровень жидкости высотой 900 мм, вытекает 750 дм³ жидкости в час. Определить коэффициент расхода. Через сколько времени опорожнится бак, если прекратить подачу в него жидкости? Диаметр бака 800 мм.</p> <p>Задание 2.</p> <p>1. Определить приток воды в бак, если известно, что в напорный бак с площадью поперечного сечения 3 м² притекает вода. В дне бака имеется спускное отверстие. При установившемся течении расход через отверстие равен притоку и уровень воды устанавливается на высоте 1 м. Если прекратить приток воды, уровень ее будет понижаться и через 100 с бак опорожнится</p> <p>2. Определить потерю давления на трение в свинцовом змеевике, по которому протекает 60%-ная серная кислота со скоростью 0,7 м/с при средней температуре 55°С. Принять максимальную шероховатость свинцовых труб по табл. XII. Внутренний диаметр трубы змеевика 50 мм, диаметр витка змеевика 800 мм, число витков 20. Длину змеевика определить приблизительно по числу витков и их диаметру.</p>
4.	Защита лабораторной работы	<p>Вопросы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Цель лабораторной работы. 2. Описание порядка выполнения работы. 3. Описание результатов работы.
5.	Коллоквиум	<p>Перечень вопросов для подготовки к коллоквиуму</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Массопередача. Общие понятия и определения. Виды процессов массопередачи. 2. Условия равновесия при массопередаче. Правило фаз Гиббса. Способы выражения состава фаз. Законы фазового равновесия. Линия равновесия. 3. Материальный баланс процесса массопередачи. Рабочие линии. Их графическое изображение

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>на y-x диаграмме. Направление и движущая сила процесса массопередачи.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Кинетика массообменных процессов. I закон Фика. Его трактовка. Коэффициент молекулярной диффузии. 5. Конвективный перенос вещества. Дифференциальное уравнение конвективного массообмена (II закон Фика). Анализ диф. уравнений. 6. Уравнения массоотдачи, массопередачи. Связь между коэффициентами массоотдачи и массопередачи. 7. Колонная аппаратура (см. раздел «Абсорбция») <ul style="list-style-type: none"> • поверхностные абсорберы; • абсорберы со ступенчатым контактом фаз; • устройство контактирующих элементов; • аппараты с организованным и неорганизованным переливом жидкой фазы. 8. Ректификация. Сущность процессов: <ul style="list-style-type: none"> • простой перегонки; • перегонки с дефлегмацией; • ректификации. 8.1. Принцип ректификации, t-x диаграмма. 8.2. Флегмовое число. Его влияние на процесс ректификации. Допущения при расчетах в ректификации 8.3. Линия равновесия и рабочие линии процесса ректификации. 8.4. Определение высоты колонны (определение ЧЕП, ВЕП), (использовать графический способ определения числа тарелок). 9. Периодическая и непрерывная ректификации. Сущность каждого способа. Тепловой и материальный балансы. 10. Содержание лабораторной работы. Основные расчеты. Выводы.
8.	Экзамен	<p>Темы для подготовки к экзамену:</p> <p style="text-align: center;">Сушка</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Физические основы процесса сушки. Движущая сила процесса сушки. 2. Виды сушки, их принципиальная основа. 3. Формы связи влаги с материалом, влияние форм связи влаги на скорость сушки. 4. Основные параметры влажного воздуха и их изображение на I-x диаграмме. 5. Схемы сушки и их изображение на I-x диаграмме (в теоретической сушилке):

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>a. простая сушка;</p> <p>b. сушка с дополнительным подогревом воздуха в сушилке;</p> <p>c. сушка с промежуточным подогревом воздуха;</p> <p>d. сушка с частичной рециркуляцией отработанного воздуха;</p> <p>6. Действительная сушилка. Изображение процесса сушки на I-x диаграмме в действительной сушилке.</p> <p>7. Конструкции сушилок:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Барабанная сушилка; • Камерная сушилка; • Ленточная сушилка; • Сушилка кипящего слоя; • Вальцовые сушилки. <p>8. Сравнительный анализ работы сушилок.</p> <p style="text-align: center;">Выпаривание</p> <p>1. Движущая сила процесса выпаривания. Общая и полезная разности температур при простом выпаривании.</p> <p>2. Температурные потери, их физическая сущность. Способы расчета их.</p> <p>3. Однокорпусное выпаривание. Способы выпаривания. Материальный и тепловой балансы для однокорпусного выпаривания.</p> <p>4. Поверхность нагрева кипятильников. Расчет поверхности нагрева.</p> <p>5. Многокорпусное выпаривание. Сущность многокорпусного выпаривания. Схемы многокорпусных выпарных установок (МВУ). Их сравнение. Анализ работы. Общая и полезная разности температур при многокорпусном выпаривании. Материальный и тепловой балансы.</p> <p>6. Устройство и принцип работы выпарных аппаратов</p> <p style="text-align: center;">Массопередача</p> <p>1. Массопередача. Общие понятия и определения. Виды процессов массопередачи.</p> <p>2. Условия равновесия при массопередаче. Правило фаз Гиббса. Способы выражения состава фаз. Законы фазового равновесия. Линия равновесия.</p> <p>3. Материальный баланс процесса массопередачи. Рабочие линии. Их графическое изображение на u-x диаграмме. Направление и движущая сила процесса массопередачи.</p> <p>4. Кинетика массообменных процессов. I закон Фика. Его трактовка. Коэффициент молекулярной диффузии.</p>

	Оценочные мероприятия	Примеры типовых контрольных заданий
		<p>5. Конвективный перенос вещества. Дифференциальное уравнение конвективного массообмена (II закон Фика). Анализ диф. уравнений.</p> <p>6. Уравнения массоотдачи, массопередачи. Связь между коэффициентами массоотдачи и массопередачи.</p> <p>7. Колонная аппаратура:</p> <ul style="list-style-type: none"> • поверхностные абсорберы; • абсорберы со ступенчатым контактом фаз; • устройство контактирующих элементов; • аппараты с организованным и неорганизованным переливом жидкой фазы. <p>8. Ректификация. Сущность процессов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • простой перегонки; • перегонки с дефлегмацией; • ректификации. <p>8.1. Принцип ректификации, $t-x$ диаграмма.</p> <p>8.2. Флегмовое число. Его влияние на процесс ректификации. Допущения при расчетах в ректификации</p> <p>8.3. Линия равновесия и рабочие линии процесса ректификации.</p> <p>8.4. Определение высоты колонны (определение ЧЕП, ВЕП), (использовать графический способ определения числа тарелок).</p> <p>9. Периодическая и непрерывная ректификация. Сущность каждого способа. Тепловой и материальный балансы.</p>

1. Методические указания по процедуре оценивания

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания													
1.	Тестирование	<p>Тестирование проводится после изучения теоретического материала каждой темы дисциплины. Тестирование проводится в компьютерной или письменной форме. При письменной форме тестирования тест содержит 6 вариантов, каждый вариант состоит из 5 вопросов, при компьютерном тестировании выбор варианта и вопросов происходит автоматически.</p> <p>Критерии оценивания тестирования:</p> <table border="1" data-bbox="712 1369 1998 1431"> <thead> <tr> <th data-bbox="712 1369 972 1401">Критерий</th> <th data-bbox="972 1369 1227 1401">0,6 - 1 балла</th> <th data-bbox="1227 1369 1482 1401">0,5 – 0,1 балла</th> <th data-bbox="1482 1369 1738 1401">0 баллов</th> <th data-bbox="1738 1369 1998 1401">Итого</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="712 1401 972 1431">1. Выполнение</td> <td data-bbox="972 1401 1227 1431">Правильный ответ</td> <td data-bbox="1227 1401 1482 1431">Частично правильный</td> <td data-bbox="1482 1401 1738 1431">Не правильный ответ</td> <td data-bbox="1738 1401 1998 1431">5 баллов</td> </tr> </tbody> </table>				Критерий	0,6 - 1 балла	0,5 – 0,1 балла	0 баллов	Итого	1. Выполнение	Правильный ответ	Частично правильный	Не правильный ответ	5 баллов
Критерий	0,6 - 1 балла	0,5 – 0,1 балла	0 баллов	Итого											
1. Выполнение	Правильный ответ	Частично правильный	Не правильный ответ	5 баллов											

Оценочные мероприятия		Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания															
		тестовых заданий	на вопрос тестового задания	ответ на вопрос тестового задания	вопрос тестового задания												
		<p>Максимальный балл за тестирование 5 баллов. Тест считается успешно выполненным при получении студентом 3 баллов.</p> <p>Итоговая оценка за семестр рассчитывается на основе полученной суммы баллов в результате текущего контроля, и баллов, набранных при заключительном контроле знаний на экзамене.</p>															
2.	Индивидуальное домашнее задание	<p>Для более глубокой проработки материала дисциплины необходимо выполнение индивидуальных домашних заданий, которые помогут студенту приобрести необходимые практические навыки.</p> <p>Индивидуальные домашние задания являются обязательными для выполнения, и невыполнение хотя бы одного из них, является основанием для не допуска студента к итоговой аттестации по дисциплине.</p> <p>Индивидуальные задания способствуют углубленному изучению теоретических вопросов организации и нормирования труда и являются основой для проверки степени усвоения приобретенных знаний и достижения результатов по дисциплине.</p> <p>Для равномерного планирования самостоятельной работы студента, студент получает методические указания к курсовому проекту и календарный план дисциплины, с указанием дат для сдачи индивидуальных заданий. Индивидуальные задания выполняются самостоятельно и оформляются в отчет. В даты сдачи заданий, преподаватель собирает индивидуальные задания, проверяет их и ставит роспись, если работа зачтена, не законченные работы не зачитываются, дорабатываются и сдаются заново.</p> <p>Индивидуальные домашние задания выполняются студентом по каждой теме дисциплины и соответствуют календарному рейтинг плану дисциплины.</p> <p>Критерии оценивания заданий:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Критерий</th> <th>3-4 балла</th> <th>1-2 балла</th> <th>0 баллов</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Выполнение заданий</td> <td>Задание выполнено верно, в полном объеме, прописан алгоритм выполнения задания, содержит анализ и выводы</td> <td>Задание выполнено верно, в полном объеме, частично прописан алгоритм выполнения задания, частично содержит анализ и выводы</td> <td>Задание выполнено верно, в полном объеме, не прописан алгоритм выполнения задания, частично содержит анализ и выводы</td> </tr> <tr> <td>2. Качество и сроки выполнения работы</td> <td>Отчет оформлен по требованиям и сдан в срок</td> <td>Отчет оформлен по требованиям и сдан с опозданием не более чем на 2 недели</td> <td>Работа сдана с опозданием более чем на две недели</td> </tr> </tbody> </table> <p>Преподаватель оценивает данный вид работы по 8-балльной системе. Полученные баллы за</p>				Критерий	3-4 балла	1-2 балла	0 баллов	1. Выполнение заданий	Задание выполнено верно, в полном объеме, прописан алгоритм выполнения задания, содержит анализ и выводы	Задание выполнено верно, в полном объеме, частично прописан алгоритм выполнения задания, частично содержит анализ и выводы	Задание выполнено верно, в полном объеме, не прописан алгоритм выполнения задания, частично содержит анализ и выводы	2. Качество и сроки выполнения работы	Отчет оформлен по требованиям и сдан в срок	Отчет оформлен по требованиям и сдан с опозданием не более чем на 2 недели	Работа сдана с опозданием более чем на две недели
Критерий	3-4 балла	1-2 балла	0 баллов														
1. Выполнение заданий	Задание выполнено верно, в полном объеме, прописан алгоритм выполнения задания, содержит анализ и выводы	Задание выполнено верно, в полном объеме, частично прописан алгоритм выполнения задания, частично содержит анализ и выводы	Задание выполнено верно, в полном объеме, не прописан алгоритм выполнения задания, частично содержит анализ и выводы														
2. Качество и сроки выполнения работы	Отчет оформлен по требованиям и сдан в срок	Отчет оформлен по требованиям и сдан с опозданием не более чем на 2 недели	Работа сдана с опозданием более чем на две недели														

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания
		выполнение индивидуальных домашних заданий отражаются в накопленных баллах студента согласно календарного рейтинг плана дисциплины.
3.	Решение задач	Задачи решаются на практических занятиях. Сначала происходит объяснение и решение задач на доске преподавателем, а затем студентам выдаются задания для самостоятельного решения, которые оценивает преподаватель.
4.	Защита лабораторной работы	<p>Преподаватель проводит оценивание отчета по лабораторной работе:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. соответствие отчета по лабораторной работе по структуре и содержанию установленным требованиям; 2. степень выполнения задания; 3. степень соответствия выполненных работ цели лабораторной работы; 4. правильность оформления отчета; 5. соответствие выводов цели работы. <p>Преподаватель проводит оценивание знаний обучающегося по теме лабораторной работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. обучающийся предъявляет преподавателю отчет; 2. преподаватель задает обучающемуся вопросы и заслушивает ответы. <p>Преподаватель оценивает выполненную работу и ответы на вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> · обучающийся дает правильные и полные ответы на все вопросы: 5 баллов; · обучающийся отвечает правильно не на все вопросы (более 70 %) или дает неполные ответы: 4 балла; · обучающийся отвечает правильно не на все вопросы (55-70 %) или дает неполные ответы на многие вопросы: 3 балла; · обучающийся отвечает неправильно на многие вопросы (менее 55 %) или дает неполные ответы на большинство вопросов: 2 балла.
5.	Коллоквиум	Студенты делятся на группы по 3-4 человека. За неделю до коллоквиума студентам сообщаются его темы. Каждая группа более детально готовится по одной теме, в то же время все изучают рекомендованную литературу или найденные источники информации по теме. На занятии преподаватель раздает группам листы бумаги с названием обсуждаемых вопросов (сначала в группы, которые их изучали детально), дается 10 минут, группы тезисно формулируют ответ на вопрос. Затем листы передаются по часовой стрелке и студенты других групп дополняют ответ (по 5 минут), движение листов происходит по кругу, пока они не вернутся в группу, ответственную за подготовку данного вопроса. Группа ознакомливается с комментариями, написанными в их листах

	Оценочные мероприятия	Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания										
		<p>участниками других групп. Затем по очереди участники группы выступают устно, в своем ответе обобщают свое видение вопроса, и мнение других групп. По окончании краткого выступления преподаватель и студенты других групп задают вопросы и обсуждают тему. В конце каждый студент и преподаватель оценивает активность работы каждого одногруппника по 10 балльной шкале. Итоговая оценка каждого студента считается как среднее арифметическое от всех выставленных ему баллов.</p>										
6.	Экзамен	<p>В рамках изучаемых разделов дисциплины осуществляется текущее оценивание степени освоения студентами изученного материала. Проверка освоения лекционного материала проводится путем тестирования, после изучения темы. Проверка освоения материала практических занятий проводится по результатам выполнения индивидуальных домашних заданий и вычисления расчетных разделов курсовой работы .</p> <p>Допуск по итогу текущего контроля рассчитывается на основе суммы баллов, набранных за все виды оценочных мероприятий. Для допуска к экзамену студенту необходимо набрать 55 баллов и более по всем видам запланированных оценочных мероприятий.</p> <p>Экзамен проводится с помощью компьютерного или письменного итогового тестирования по всем разделам изучаемой дисциплины.</p> <p>Экзаменационный билет состоит из 10 вариантов. Каждый вариант содержит 20 вопросов в тестовой форме, при компьютерном итоговом тестировании выбор варианта и вопросов происходит автоматически.</p> <p>Критерии оценивания экзамена:</p> <table border="1" data-bbox="714 879 2000 1010"> <thead> <tr> <th data-bbox="714 879 972 914">Критерий</th> <th data-bbox="972 879 1229 914">0,6 - 1 балла</th> <th data-bbox="1229 879 1487 914">0,5 – 0,1 балла</th> <th data-bbox="1487 879 1744 914">0 баллов</th> <th data-bbox="1744 879 2000 914">Итого</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="714 914 972 1010">1. Выполнение тестовых заданий</td> <td data-bbox="972 914 1229 1010">Правильный ответ на вопрос тестового задания</td> <td data-bbox="1229 914 1487 1010">Частично правильный ответ на вопрос тестового задания</td> <td data-bbox="1487 914 1744 1010">Не правильный ответ вопроса тестового задания</td> <td data-bbox="1744 914 2000 1010">20 баллов</td> </tr> </tbody> </table> <p>Максимальный балл за экзамен 20 баллов.</p> <p>Итоговая оценка за семестр рассчитывается на основе полученной суммы баллов в результате текущего контроля, и баллов, набранных при заключительном контроле знаний на экзамене.</p>	Критерий	0,6 - 1 балла	0,5 – 0,1 балла	0 баллов	Итого	1. Выполнение тестовых заданий	Правильный ответ на вопрос тестового задания	Частично правильный ответ на вопрос тестового задания	Не правильный ответ вопроса тестового задания	20 баллов
Критерий	0,6 - 1 балла	0,5 – 0,1 балла	0 баллов	Итого								
1. Выполнение тестовых заданий	Правильный ответ на вопрос тестового задания	Частично правильный ответ на вопрос тестового задания	Не правильный ответ вопроса тестового задания	20 баллов								

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

2020/2021 учебный год

ОЦЕНКИ			Дисциплина <i>«Процессы и аппараты химической технологии»</i>	Лекции	32	час.	
«Отлично»	A	90 - 100 баллов		по направлению <u>18.03.01 Химическая технология</u>	Практ. занятия	32	час.
			Лаб. занятия		32	час.	
«Хорошо»	B	80 – 89 баллов	Всего ауд. работа		96	час.	
	C	70 – 79 баллов	CPC		120	час.	
«Удовл.»	D	65 – 69 баллов	ИТОГО			216	час.
	E	55 – 64 баллов				3	з.е.
Зачтено	P	55 - 100 баллов					
Неудовлетворительно / незачтено	F	0 - 54 баллов					

Результаты обучения по дисциплине:

РД1	Владеть базовыми знаниями в области гидравлики, переноса тепла, массы и импульса, физико-химическими основами процессов, проходящих в аппаратах химических производств
РД2	Применять знания законов гидравлики, переноса тепла, массы, импульса, методов расчета для решения задач расчета и анализа аппаратов и проходящих в них процессов химико-технологических производств.

Оценочные мероприятия:

Для дисциплин с формой контроля – экзамен

Оценочные мероприятия		Кол-во	Баллы
Текущий контроль:			80
ТК1	Защита отчета по лабораторной работе	4	20
ТК2	Защита ИДЗ	2	10
ТК3	Решение задач	6	30
ТК4	Коллоквиум	1	10

TK5	Тестирование	1	10
Аттестация:			20
ПА1	Экзамен	1	40
ИТОГО			100

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение			
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видеоресурсы	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1		РД1	Лекция 1. Теоретические основы процессов выпаривания. Аппаратурное оформление процессов выпаривания.	2				ОСН 2			
			РД2	Практическое занятие 1. Материальный и тепловой баланс выпарных аппаратов.	4				ДОП 2		
			РД2	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			РД2	Типовые конструкции выпарных аппаратов, барометрического конденсатора и схемы выпарных установок.		6			ОСН 2 ОСН 3 ДОП 4	ЭР 1	
2		РД1	Лекция 2. Однократный и многократный процессы выпаривания.	2				ОСН 2			
			РД3	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			РД3	Подготовка к практическому занятию 2.		6			ОСН 2-3	ЭР2	
3		РД2	Лекция 3. Материальный и тепловой баланс выпарных аппаратов	2				ОСН 1			
			РД2	Практическое занятие 2. Расчёт процесса теплопередачи в выпарных аппаратах.	4		ТКЗ	5	ДОП 1-2		
			РД3	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			РД3	ИДЗ 1. Тепловой расчёт многокорпусной выпарной установки.		6			ОСН 1 ДОП 2		
4		РД1	Лекция 4. Расчёт процесса теплопередачи в выпарных аппаратах. Тепловой расчёт выпарных установок	2				ОСН 1			
			РД3	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			РД3	Основные типы материальных балансов массооб-		8			ОСН 1	ЭР1-2	

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видеоресурсы
			менных аппаратов.							
5		РД2	Лекция 5. Классификация массообменных процессов. Статика процессов. Межфазное равновесие.	2				ОСН 1		
			Практическое занятие 3. Способы выражений концентраций. Расчёт и построение линий равновесия.	4		ТК3	5	ДОП 2		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			Основные типы конструкций колонных аппаратов и гидродинамические режимы их работы		8			ОСН 1 ДОП4	ЭР1-2	
6		РД1 РД3	Лекция 6. Материальные балансы и линии рабочих концентраций фаз. Движущие силы.	2				ОСН 1		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			Подготовка к практическому занятию 4		8			ДОП 4	ЭР1	
7		РД3	Лекция 7. Кинетика массообменных процессов: молекулярная и конвективная диффузии. Подобие массообменных процессов	2				ОСН 1		
			Практическое занятие 4. Расчёт процессов физической абсорбции.	4		ТК3	5	ДОП 2		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			Технологические схемы установок		8			ДОП4	ЭР2	
8		РД2 РД3	Лекция 8. Массоотдача и массопередача. Числа и высоты единиц переноса. Теоретическая и действительная ступень изменения концентраций	2				ОСН 2		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			Подготовка к коллоквиуму 1		10			ОСН 1	ЭР1	
9		РД2	Конференц-неделя 1							
			Коллоквиум 1.			ТК4	10	ОСН 1 ДОП 1	ЭР1-2	
			Защита ИДЗ 1.			ТК2	2			
			Всего по контрольной точке (аттестации) 1	32	60					
10		РД2	Лекция 9. Абсорбция. Физико-химические основы и методы технологического расчёта	2				ОСН 1	ЭР1	

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность	Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
				Ауд.	Сам.			Учебная литература	Интернет-ресурсы	Видео-ресурсы
		РДЗ	Практическое занятие 5. <i>Расчёт процессов простой перегонки и ректификации.</i>	4		ТКЗ	5	ДОП 2		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			<i>Периодическая и другие специальные виды ректификации.</i>		6			ОСН 1 ДОП1-4		
11		РД1	Лекция 10. <i>Массообменные аппараты. Основные типы и методы расчёта геометрических размеров.</i>	2						
		РДЗ	Лабораторная работа 1. <i>Испытание выпарного аппарата</i>	8		ТК1	5	ОСН 1	ЭР2	
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			<i>Подготовка к практическому занятию 6</i>		6			ОСН 1		
12		РД2	Лекция 11. <i>Перегонка и ректификация. Физико-химические основы и виды процессов.</i>	2				ОСН 1		
			Практическое занятие 6. <i>Расчёт процессов ректификации бинарных смесей.</i>	4		ТКЗ	5	ДОП 2		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			<i>Подготовка к лабораторной работе 2.</i>		8			ОСН 1	ЭР1-2	
13		РД1	Лекция 12. <i>Жидкостная экстракция</i>	2				ОСН 1		
			Лабораторная работа 2. Испытание выпарного аппарата электродного типа с прямым электронагревом	8		ТК1	5	ДОП 3-4		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			<i>Материальный баланс и кинетика жидк. Экстракции.</i>		8			ОСН 1	ЭР2	
14		РД1	Лекция 13. <i>Адсорбция, ионный обмен и кристаллизация</i>	2				ОСН 1		
		РДЗ	Практическое занятие 7. <i>Технологический расчёт ректификационных колонн</i>	4		ТКЗ	5	ДОП 2		
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:							
			<i>ИДЗ 2. Технологический расчёт ректификационной колонны непрерывного действия</i>		10			ОСН3	ЭР1	
15		РД2	Лекция 14. <i>Сушка в процессах химической технологии. Статика и кинетика процесса.</i>	2				ОСН 1		
		РДЗ	Лабораторная работа 3. <i>Испытание лабораторной рек-</i>	8		ТК1	5			

Неделя	Дата начала недели	Результат обучения по дисциплине	Учебная деятельность		Кол-во часов		Оценочное мероприятие	Кол-во баллов	Информационное обеспечение		
			Ауд.	Сам.	Учебная литература	Интернет-ресурсы			Видеоресурсы		
			тификационной колонны								
			Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:								
			Подготовка к практическому занятию 8		6				ДОП2	ЭР1	
16			Лекция 15. <i>Диаграмма состояния влажного воздуха и её применение при расчёте сушилок</i>	2					ОСН 1 ДОП 3-4	ЭР2	
		РД2	Практическое занятие 8. <i>Параметры и диаграмма состояния влажного воздуха.</i>	4					ДОП 2		
		РД4	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:								
			Подготовка к лабораторной работе 4		8				ОСН 1	ЭР1	
17			Лекция 16. <i>Материальный и тепловой расчёт процесса сушки. Типовые конструкции сушилок</i>	2					ОСН 2 ДОП4	ЭР1	
		РД1	Лабораторная работа 4. <i>Изучение кинетики сушки</i>	8		ТК1	5	ДОП 3-4			
		РД3	Выполнение мероприятий в рамках самостоятельной работы студента:								
			<i>Устройство типовых конвективных сушильных установок. Вопросы интенсификации процессов сушки</i>		8				ОСН 1-3		
18			Конференц-неделя 2								
			Тестирование			ТК5	10				
			Защита ИДЗ 2			ТК2	5	ДОП 2-4			
			Всего по контрольной точке (аттестации) 2	96	120			80			
			Экзамен					20			
			Общий объем работы по дисциплине	96	120			100			

Информационное обеспечение:

№ (код)	Основная учебная литература (ОСН)
ОСН 1	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : учебник : в 2 книгах / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под редакцией В. Г. Айнштейна. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Книга 1 : Книга 1 — 2019. — 916 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/111193 (дата обращения: 09.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

ОСН 2	Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : учебник : в 2 книгах / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под редакцией В. Г. Айнштейна. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Книга 2 : Книга 2 — 2019. — 876 с. — ISBN 978-5-8114-2975-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/111194 (дата обращения: 09.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
ОСН 3	Баранов, Д. А. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие / Д. А. Баранов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-4984-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/130186 (дата обращения: 09.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
№ (код)	Дополнительная учебная литература (ДОП)
ДОП 1	Лукманова, А. Л. Процессы и аппараты химической технологии. Примеры и задачи : учебное пособие / А. Л. Лукманова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 64 с. — ISBN 978-5-8114-4272-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/133888 (дата обращения: 09.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей
ДОП 2	Павлов, Константин Феофанович. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. — 10-е изд., перераб. и доп. — репринтное издание. — Москва: Альянс, 2013. — 576 с.: ил. — Библиогр.: с. 502-509. — ISBN 978-5-91872-031-8.
ДОП 3	Системный анализ процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие / Э. Д. Иванчина, Е. С. Чернякова, Н. С. Белинская, Е. Н. Ивашкина. — Томск : ТПУ, 2017. — 115 с. — ISBN 978-5-4387-0787-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106767 (дата обращения: 09.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
ДОП 4	Оборудование биотехнологических производств : учебное пособие для вузов / И. А. Евдокимов [и др.] ; под редакцией И. А. Евдокимова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 206 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12433-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/447483 (дата обращения: 02.10.2020).

№ (код)	Название электронного ресурса (ЭР)	Адрес ресурса
ЭР 1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
ЭР 2	Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp

Составил:

Доцент ИШНПТ

НОЦ Н.М. Кижнера

«31» 08 2020 г.

Согласовано:

Заведующий кафедрой – руководитель

научно-образовательного центра на правах кафедры,

НОЦ Н.М. Кижнера, д.х.н., профессор

«31» 08 2020 г.



(И.В. Фролова)



(Е.А. Краснокутская)