

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет
Кафедра Химии

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Энергетический факультет

Батухтин Андрей
Геннадьевич

«_____» _____ 20____
г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.14 Процессы и аппараты химического производства
на 288 часа(ов), 8 зачетных(ые) единиц(ы)
для направления подготовки (специальности) 18.03.02 - Энерго- и ресурсосберегающие
процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
«_____» _____ 20____ г. №_____

Профиль – Ресурсосберегающие технологии в горно-металлургическом и нефтегазовом
комплексе (для набора 2024)
Форма обучения: Очная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цели и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

систематизация знаний по основам технологических процессов химических производств, выработка умения и навыков расчёта химических аппаратов и химико-технологических систем, развитие у студентов способности к самостоятельному поиску, анализу и усвоению знаний о химико-технологических процессах.

Задачи изучения дисциплины:

понимание физико-химической сущности процессов и использование основных законов протекания химико-технологических процессов в производстве;

получить знания о массообменных, теплообменных и других химико-технологических процессах;

изучить возможность регулирования и управления теплообменными, гидравлическими, теплообменными процессами.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Дисциплина Б1.В.14 «Процессы и аппараты химического производства» относится к дисциплинам, формируемым участниками образовательных отношений базовой части профессионального цикла ООП. Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по дисциплинам Б1.О.22 «Химическая технология», Б1.О.20 «Физическая и коллоидная химия», Б1.О.13 «Общая и неорганическая химия», Б1.О.24 «Органическая химия», Б1.О.05 «Аналитическая химия», Б1.О.27 «Химия окружающей среды» в объеме программы ВУЗа. Дисциплина Б1.В.14 «Процессы и аппараты химического производства» готовит студентов к изучению дисциплины Б1.В.15 «Нanomатериалы и композиты» и прохождению практик Б2.О.04(П) «Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая))», Б2.О.05(П) «Производственная практика (научно-исследовательская работа)». Дисциплина изучается на 3 и 4 курсах в 6, 7 семестрах.

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы), 288 часов.

Виды занятий	Семестр 6	Семестр 7	Всего часов
Общая трудоемкость			288
Аудиторные занятия, в т.ч.	48	51	99
Лекционные (ЛК)	16	17	33
Практические	0	0	0

(семинарские) (ПЗ, СЗ)			
Лабораторные (ЛР)	32	34	66
Самостоятельная работа студентов (СРС)	60	57	117
Форма промежуточной аттестации в семестре	Экзамен	Экзамен	72
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		КР	

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности
ОПК-2	ОПК-2.3 Использует химические методы для решения задач профессиональной деятельности	<p>Знать: основные массообменные, тепловые, гидравлические, механические химико-технологические процессы.</p> <p>Уметь: понимать и подбирать параметры основных массообменных, тепловых, гидравлических, механических химико-технологических процессов.</p> <p>Владеть: навыками выбора параметров основных массообменных, тепловых, гидравлических, механических химико-технологических процессов химического производства.</p>
ПК-1	ПК-1.1 Определяет виды производственного оборудования,	Знать: энерго- и ресурсосберегающие химические

	не отвечающего требованиям энерго- и ресурсосбережения	<p>аппараты и оборудование для основных тепловых, массообменных, гидравлических, механических, мембранных и других процессов химического производства.</p> <p>Уметь: подбирать энерго- и ресурсосберегающие химические аппараты и оборудование для основных тепловых, массообменных, гидравлических, механических, мембранных и других процессов химического производства.</p> <p>Владеть: навыками выбора энерго- и ресурсосберегающих химических аппаратов и оборудования для основных тепловых, массообменных, гидравлических, механических, мембранных и других процессов химического производства.</p>
ПК-2	ПК-2.1 Применяет современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности	<p>Знать: параметры основных химико-технологических процессов, протекающих в аппаратах и оборудовании химического производства.</p> <p>Уметь: выбирать экономически наиболее целесообразную современную технологию для процессов, протекающих в аппаратах химического производства.</p> <p>Владеть: современными технологиями процессов, протекающих в современных аппаратах химического производства.</p>

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
					ЛК	ПЗ (СЗ)	ЛР	
1	1.1	Введение в дисциплину	Общие сведения об процессах химической технологии. Основное оборудование.	25	2	0	8	15
2	2.1	Выпаривание	Процессы выпаривания и их место в химической технологии. Расчет процессов выпаривания. Расчет выпарной установки	27	4	0	8	15
3	3.1	Разделение неоднородных систем	Процессы разделения неоднородных систем. Промышленные фильтры	27	4	0	8	15
4	4.1	Массообменные процессы-1	Массообменные процессы. Классификация массообменных аппаратов. Дистилляция и ректификация	29	6	0	8	15
5	5.1	Массообменные процессы-2	Абсорбция. Адсорбция. Экстрагирование.	30	6	0	10	14
6	6.1	Механические процессы	Физико-химические основы процессов измельчения. Основные конструктивные типы грохотов и сепараторов.	26	4	0	8	14
7	7.1	Кристаллизация. Процессы умеренного и глубокого охлаждения.	Общая характеристика кристаллизации. Способы кристаллизации. Процессы охлаждения	29	6	0	8	15
8	8.1	Высушивание.	Общие сведения и классификация сушильных аппаратов	25	3	0	8	14
Итого				218	35	0	66	117

3.2. Содержание разделов дисциплины

3.2.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Введение в дисциплину	Общие сведения об процессах химической технологии. Основное оборудование.	2
2	2.1	Процессы выпаривания и их место в химической технологии.	Назначение и сущность процессов выпаривания. Основные зависимости режимных конструкционных параметров. Конструкции выпарных аппаратов	2
	2.1	Расчет процессов выпаривания	Расчет процессов выпаривания. Расчет выпарной установки	2
3	3.1	Разделение неоднородных систем	Классификация и характеристика неоднородных тел. Основные способы разделения. Разделение неоднородных систем под действием тяжести (осаждение и отстаивание). Теоретическая и действительная скорости осаждения.	2
	3.1	Промышленные фильтры	Пылеосадительные камеры, отстойники. Классификация и основные конструктивные типы промышленных фильтров. Промывка осадков. Классификация и основные конструктивные типы промышленных фильтров. Фильтрация газов.	2
4	4.1	Массообменные процессы	Общая характеристика, классификация промышленных массообменных процессов. Статика массообменных процессов. Основные законы фазового равновесия. Диаграмма УХ. Материальный баланс. Движущая сила и направление течения массообменного процесса. Кинетика массообменных процессов. Молекулярная и конвективная диффузия, Дифференциальное уравнение переноса массы в потоке.	2

			Турбулентная диффузия. Понятия о пограничном диффузионном слое.	
	4.1	Классификация массообменных аппаратов	Математическое описание процесса массопередачи в аппаратах с непрерывным контактом фаз. Расчет высоты массообменных аппаратов с непрерывным контактом фаз (насадочных и пленочных). Средняя движущая сила процесса. Число единиц переноса. Высота единица переноса. Способы расчета числа единиц переноса: графическое интегрирование, аналитический расчет	2
	4.1	Дистилляция и ректификация	Простая перегонка. Материальный баланс. Изображение процесса на диаграмме у-х. Фракционная перегонка. Перегонка под вакуумом. Молекулярная дистилляция. Перегонка с водяным паром. Схема установки. Определение температуры перегонки. Расход пара. Ректификация. Периодическая и непрерывная ректификация. Схема ректификационной установки непрерывного действия. Общий материальный баланс ректификационной колонны, балансы ее верхней (укрепляющей) и нижней (исчерпывающей) частей. Основные допущения. Уравнения рабочих линий, их построение. Флегмовое число. Пределы изменения. Минимальное и рабочее флегмовые числа. Тепловой баланс. Оптимальное число флегмы. Классификация ректификационных аппаратов. Инженерные методы расчета числа тарелок, высоты и диаметра колонны. Ректификация жидкого воздуха. Азеотропная и экстрактивная ректификация. Основные конструкции тарелок. Типы насадок. Математическая модель непрерывного процесса ректификации в тарельчатой колонне	2
5	5.1	Абсорбция.	Характеристика процесса. Степень	2

			<p>поглощения. Выбор абсорбера. Статистика процесса абсорбции. Материальный баланс абсорбера; уравнение рабочей линии. Расход абсорбента. Влияние температуры и давление на расход абсорбента. Экономически оптимальный расход поглотителя. Методы десорбции. Общая схема абсорбционная десорбционной установки непрерывного действия. Конструктивные типы абсорберов и их расчет</p>	
	5.1	Адсорбция.	<p>Характеристика процесса. Промышленные адсорбенты и их основные свойства. Тепловой эффект процесса адсорбции. Статическая активность сорбентов. Изотермы адсорбции. Скорость процесса адсорбции. Динамическая активность сорбента. Время защитного действия слоя, Методы десорбции</p>	2
	5.1	Экстрагирование.	<p>Общая характеристика процесса. Экстрагирование из растворов. Выбор растворителя. Фазовое равновесие в трехкомпонентных системах. Треугольные диаграммы. Технологические схемы процесса экстракции. Однократное и многократное экстрагирование. Противоточное экстрагирование. Материальный баланс. Графический расчет процесса противоточной экстракции с использованием треугольной диаграммы. Экстрагирование из твердых тел. выщелачивание. Классификация и типовые конструкции экстракционных аппаратов</p>	2
6	6.1	Физико-химические основы процессов измельчения.	<p>Методы измельчения. Классификация машин для измельчения. Крупное дробления, среднее и тонкое измельчение. Пути повышения экономичности процесса измельчения. Гипотетические представления о процессе измельчения</p>	2

	6.1	Основные конструктивные типы грохотов и сепараторов.	Способы классификации. Основные конструктивные типы грохотов и сепараторов. Питатели: шнековые, секторные, вальцевые, тарельчатые и лотковые. Смесители: барабанные, шнековые, лопастные, центробежные.	2
7	7.1	Общая характеристика и способы кристаллизации.	Общая характеристика процесса. Равновесные зависимости в системах кристалл-раствор. Способы кристаллизации. Материальный и тепловой балансы. Кинетика кристаллизации. Конструкции кристаллизаторов	2
	7.1	Процессы охлаждения	Умеренное охлаждение. Методы получения умеренного холода. Компрессионные холодильные установки. Термодинамические основы процесса. Обратный (холодильный) цикл Карно, его холодильный коэффициент. Схема компрессионной холодильной установки. Влажный и сухой циклы, изображение процесса на диаграммах T-S и P-I.	2
	7.1	Процессы охлаждения	Методы повышения холодильного коэффициента (переохлаждение конденсата, ступенчатое сжатие) Глубокое охлаждение. Физические основы получения глубокого холода. Расширение сжатого газа без отдачи внешней работы (дросселирование).	2
8	8.1	Общие сведения и классификация сушильных аппаратов	Общие сведения и классификация сушильных аппаратов. Расчет сушильного аппарата. Расчет кинетики процесса сушки, определение производительности	3

3.2.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)

3.2.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

--	--	--	--	--

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Режимы течения жидкостей	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	2
	1.1	Структура потока жидкости	Изучение структуры потоков в аппаратах и ее влияния на процесс теплопередачи	2
	1.1	Аппараты и их конструкции	Определение потерь напора в прямой трубе круглого сечения	2
	1.1	Аппараты и их конструкции	Определение потерь напора в запорных устройствах	2
2	2.1	Выпаривание	Расчет процессов выпаривания. Расчет выпарной установки	2
	2.1	Фильтрование	Испытания фильтрующей центрифуги периодического действия	2
	2.1	Фильтрование	Экспериментальное определение коэффициентов фильтрации	2
	2.1	Мембранные процессы	Определение диаметра сквозных пор мембранных фильтров	2
3	3.1	Ректификация	Изучение процесса ректификации	2
	3.1	Гидродинамика	Изучение гидродинамики тарельчатой колонны	2
	3.1	Гидродинамика	Изучение гидродинамики насадочной колонны	2
	3.1	Дистилляция	Изучение процесса дистилляции	2
4	4.1	Гидромеханические процессы	Расчет процессов осаждения, фильтрования, центрифугирования. Обобщенный метод расчета скорости осаждения.	2
	4.1	Изучение осаждения металлических шарообразных частиц в жидких средах различной вязкости	Критическая скорость, скорость уноса. Гидравлическое сопротивление. График зависимости критерия Лященко от критерия Архимеда	2

	4.1	Определение скорости осаждения при консолидированном осаждении	Определению времени осветления водной суспензии	2
	4.1	Определение скорости осаждения при консолидированном осаждении	Изучение процесса фильтрования через перегородку при постоянной разности перепада давления. Фильтрующие перегородки. Виды осадков. Уравнение фильтрования. Экспериментальное определение констант фильтрования	2
5	5.1	Массообменные процессы	Расчет массообменных процессов	2
	5.1	Расчет ректификационной колонны	Расчет ректификационных установок периодического и непрерывного действия. Расчет материального баланса. Определение числа ступеней и ЧЕП. Выбор стандартных тарелок. Расчет насадки. Определение диаметра и высоты колонного аппарата. Расчет температурного баланса колонны	2
	5.1	Перегонка с водяным паром.	Выполнение лабораторной работы по изучению процесса перегонки водяным паром бинарной смеси	2
	5.1	Определение гидравлического сопротивления тарелок колонных аппаратов	Определение гидравлического сопротивления различных типов тарелок колонного массообменного аппарата	2
	5.1	Изучение конструкции и работы установки АРН-2	Изучение конструкции принципа работы установки АРН-2 для фракционного разделения нефтепродуктов.	2
6	6.1	Абсорбция	Расчет процесса абсорбции	2
	6.1	Адсорбция	Расчет процессов адсорбции	2
	6.1	Экстрагирование	Расчет процессов экстрагирования (одноступенчатые) с помощью	2

			треугольных диаграмм	
	6.1	Экстрагирование	Расчет процессов экстрагирования (многоступенчатые) с помощью треугольных диаграмм	2
7	7.1	Кристаллизация	Расчет процесса кристаллизации	2
	7.1	Процессы охлаждения.	Расчет процесса охлаждения.	2
	7.1	Механические процессы	Испытания валковой дробилки	2
	7.1	Механические процессы	Изучение конструкций и работы отстойников	2
8	8.1	Высушивание.	Расчет сушильного аппарата. Расчет кинетики процесса сушки, определение производительности	2
	8.1	Общие сведения и классификация сушильных аппаратов.	Изучение процесса конвективной сушки	2
	8.1	Теплообменные процессы	Испытания теплообменных аппаратов и изучение их конструкций	2
	8.1	Теплообменные процессы	Изучение процессов теплоотдачи в кожухотрубном и пластинчатом теплообменниках	2

3.3. Содержание материалов, выносимых на самостоятельное изучение

Модуль	Номер раздела	Содержание материалов, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной деятельности	Трудоемкость (в часах)
1	1.1	Современные проблемы в области процессов и аппаратов химической технологии. Гидродинамическая структура потоков в аппаратах. Общее представление о структуре потоков и её влияние на	Работа с электронными образовательными ресурсами. Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета	15

		<p>характеристики протекающих химико-технологических процессов. Движение и время пребывания частиц жидкости в химических аппаратах.</p> <p>Идеализированные модели гидродинамической структуры: модель идеального вытеснения (МИВ) и модель идеального смешения (МИС).</p> <p>Гидродинамические структуры неидеализированных потоков (или реальных потоков в химических аппаратах).</p>		
2	2.1	<p>Выпаривание. Назначение и сущность процессов выпаривания. Движущая сила процесса. Однократный и многократный процессы выпаривания. Основные типовые конструкции выпарных аппаратов и схемы выпарных установок.</p> <p>Материальный и тепловой балансы процессов выпаривания. Понятия о располагаемой и общей полезной разности температур. Виды температурных потерь в выпарных установках.</p> <p>Распределение полезной разности температур многокорпусных выпарных установок по корпусам. Методики тепловых расчётов и определение</p>	<p>Работа с электронными образовательными ресурсами. Подготовка к собеседованию. Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета</p>	15

		<p>температурных режимов работы выпарных установок. Основные принципы подбора и оптимизации работы выпарных аппаратов и установок в целом.</p> <p>Вспомогательное оборудование. Основные методы повышения эффективности процессов выпаривания в химической и других смежных отраслях промышленности.</p>		
3	3.1	<p>Мембранные процессы разделения. Физико-химические массопереноса через полупроницаемые перегородки.</p> <p>Классификация мембранных процессов (осмос, ультрафильтрация, диализ и др.) применение мембранных процессов разделения в современной химической технологии. Типы мембран и их основные характеристики. Общая характеристика аппаратного оформления мембранных процессов разделения: аппараты с плоскими мембранами, аппараты с трубчатыми мембранами, аппараты с рулонными мембранами и др.</p> <p>Основы технологического расчёта мембранных процессов разделения смесей: материальный баланс, расчёт поверхности мембраны, расчёт</p>	<p>Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета.</p> <p>Подготовка электронных презентаций</p>	15

		концентрационной поляризации. Экономические показатели мембранных процессов.		
4	4.1	Растворение в системе жидкость-твёрдое. Определение и практическое применение процессов растворения, основы кинетики процессов растворения: основной закон кинетики растворения Шукарёва, скорость и время полного растворения, материальный баланс процесса. Процессы экстрагирования из твёрдого тела: структура твёрдых тел и механизм процессов избирательного растворения, кинетика процессов экстрагирования, внутри- и внешнедиффузионные режимы экстрагирования. Основные способы и аппаратное оформление процессов экстрагирования и растворения: карусельные и колонные экстракционные аппараты, экстракторы слоевого типа и др.	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета. Создание структурно-логических схем. Подготовка электронных презентаций	15
5	5.1	Массоперенос. Основные задачи статики. Способы выражения составов фаз. Движущие силы процессов массопереноса. Термодинамическое равновесие. Основные законы межфазового	Создание структурно-логических схем	14

		равновесия (правило фаз Гиббса, Дальтона, Генри и Рауля, совмещённые законы). Графическое изображение состояния равновесия между фазами для бинарных систем (у-х диаграммы).		
6	6.1	Пути повышения экономичности процесса измельчения. Гипотетические представления о процессе измельчения. Способы классификации. Основные конструктивные типы грохотов и сепараторов. Питатели: шнековые, секторные, вальцевые, тарельчатые и лотковые. Смесители: барабанные, шнековые, лопастные, центробежные	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета	14
7	7.1	Кристаллизация. Определение процесса кристаллизации и практическое применение процессов. Термодинамика равновесия при кристаллизации в жидких растворах и диаграммы равновесия между фазами: пар-жидкость-твёрдое тело. Материальный и тепловой балансы процесса кристаллизации. Основные кинетические закономерности процесса кристаллизации: уравнения массоотдачи и массопередачи, скорость процесса кристаллизации.	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета. Подготовка электронных презентаций	15

8	8.1	<p>Сушка. Определение процесса сушки, общая характеристика процесса и области применения. Методы сушки. Основные задачи статики и кинетики процесса. Динамика и технология процесса сушки влажных материалов. Классификация процессов сушки. Способы сушки влажных материалов: конвективная сушка, сублимационная сушка, радиационная сушка, сушка токами высокой частоты, сушка со спутником.</p>	<p>Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета. Создание структурно-логических схем. Подготовка электронных презентаций</p>	14
---	-----	--	--	----

4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

5.1.1. Печатные издания

1. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии : учебник. В 2 кн. Кн. 2 / под ред. В.Г. Айнштейна. - Москва : Университетская книга; Логос; Физматкнига, 2006. – 872 с. : ил. - (Новая университетская библиотека). – 12 экз.
2. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии : учебник. В 2 кн. Кн.1 / под ред. В.Г. Айнштейна. - Москва : Университетская книга; Логос; Физматкнига, 2006. – 912 с. : ил. - (Новая университетская библиотека). – 12 экз.
3. Левенец Т. В. Основы химических производств. Учебное пособие : Учебное пособие. Основы химических производств / Левенец Т. В., Горбунова А. В., Ткачева Т. А. - Оренбург : ОГУ, 2015. - 121 с. - <https://e.lanbook.com/book/98089>.

5.1.2. Издания из ЭБС

1. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах. Книга 1 :

учебник для вузов / Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А., Захаренко В. В., Зиновкина Т. В., Таран А. Л., Костянян А. Е.; Захаров М. К., Носов Г. А., Захаренко В. В., Зиновкина Т. В., Таран А. Л., Костянян А. Е. - 10-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 916 с. - <https://e.lanbook.com/book/309377>.

2. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. В двух книгах. Книга 2 : учебник для вузов / Айнштейн В. Г., Захаров М. К., Носов Г. А., Захаренко В. В., Зиновкина Т. В., Таран А. Л., Костянян А. Е., Айнштейн В. Г.; Захаров М. К., Носов Г. А., Захаренко В. В., Зиновкина Т. В., Таран А. Л., Костянян А. Е. - 10-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 876 с. - <https://e.lanbook.com/book/352082>.

5.2. Дополнительная литература

5.2.1. Печатные издания

1. Разинов А. И. Процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / Разинов А. И., Клинов А. В., Дьяконов Г. С.; Клинов А. В., Дьяконов Г. С. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 688 с. - <https://e.lanbook.com/book/292058>.

2. Баранов Д. А. Процессы и аппараты химической технологии / Баранов Д. А. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 408 с. - <https://e.lanbook.com/book/171841>

3. Губанов Н. Д. Процессы и аппараты химической технологии: лаб. практикум / Губанов Н. Д. - Иркутск : ИРНИТУ, 2020. - 66 с. - <https://e.lanbook.com/book/325064>.

5.2.2. Издания из ЭБС

1. Попов Ю. В. Основы химической технологии : учебное пособие / Попов Ю. В., Лобасенко В. С. - 2-е изд., доп. и перераб. - Волгоград : ВолгГТУ, 2022. - 240 с. - <https://e.lanbook.com/book/288563>.

2. Москвичев Ю. А. Теоретические основы химической технологии : учебное пособие / Москвичев Ю. А., Григоричев А. К., Павлов О. С. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 272 с. - <https://e.lanbook.com/book/130185>.

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Название	Ссылка
Виртуальная химическая школа	http://www.maratak.m.narod.ru
Мир химии	http://chem.km.ru
Основы химии: образовательный сайт для школьников и студентов	http://www.hemi.nsu.ru
Химия для всех: иллюстрированные материалы по общей, органической и неорганической химии	http://schoolsector.relarn.ru/nsm/
ChemNet: Портал фундаментального химического образования	http://www.chemnet.ru
Химический факультет МГУ: учебные материалы по химии высокомолекулярных	http://www.chem.msu.su/rus/teaching/vms.html

соединений	
Основы химии: образовательный сайт для школьников и студентов	http://www.hemi.nsu.ru

6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МегаПро".

Программное обеспечение специального назначения:

- 1) 1С-Битрикс: Корпоративный портал - Компания 1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях 7-Zip ABBYY FineReader Adobe Audition Adobe Flash Adobe In Design Adobe Lightroom Adobe Photoshop
- 2) Corel Draw
- 3) Kaspersky Endpoint Security
- 4) Mathematica Standart Version Education

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	
Учебные аудитории для курсового проектирования(выполнения курсовых работ)	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по кафедре
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций	
Учебные аудитории для текущей аттестации	

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Лекционные занятия по дисциплине «Процессы и аппараты химического производства» и

отработка навыков практических навыков проводятся в учебной аудитории с интерактивным комплексом.

Подготовка к лабораторным занятиям предполагает самостоятельное прочтение лекционного материала, работу с электронными ресурсами, а также повторение, при необходимости, отдельных тем ранее изученных дисциплин «Химическая технология», «Органическая химия», «Общая и неорганическая химия», «Физическая и коллоидная химия».

Самостоятельная работа включает не только прочтение и проработку лекционного и учебного материала по дисциплине «Процессы и аппараты химического производства», но и решение практических задач с расчетами, оформление отчетов после выполнения практических заданий, подготовку электронной презентации и докладов, работу с электронными ресурсами сети интернет.

Разработчик/группа разработчиков:

Типовая программа утверждена

Согласована с выпускающей кафедрой
Заведующий кафедрой

_____ «___» _____ 20__ г.