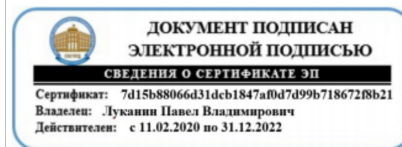


УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.06

Машины и аппараты химических производств

Учебный план: _____ ФГОС3++z150302.22-1_22-15.plx

Кафедра: _____ Процессы и аппараты химической технологии

Направление подготовки:
(специальность) _____ 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки:
(специализация) _____ Оборудование химических производств

Уровень образования: _____ бакалавриат

Форма обучения: _____ заочная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия				
5	УП	6	12	189	9	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	6	12	189	9	
Итого	УП	6	12	189	9	
	РПД	6	12	189	9	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09.08.2021 г. № 728

Составитель (и):

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Никифоров А.О.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой процессов и аппаратов химической технологии

Никифоров А.О.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Евдокимов А.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Изучение конструкции типового химического оборудования и методов инженерного подхода к его выбору и комплексному расчету.

1.2 Задачи дисциплины:

Изучение конструкции и принципов работы основного наиболее распространенного химического оборудования и тенденции его развития.

Освоение основных методов выбора типа оборудования для осуществления конкретного технологического процесса.

Применение методов постановки экспериментально-теоретических исследований для разработки нового оборудования.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Экология

Химия

Информационные технологии

Инженерная графика

Физика

Материаловедение

Высшая математика

Экономика

Технология конструкционных материалов

Технологические процессы и аппараты в химической отрасли

Сопrotивление материалов

Основы проектной деятельности

Механика жидкости и газов

Методологические основы научных исследований

Детали машин

Химические реакторы

Теория механизмов и машин

Общая химическая технология

Основы надежности машин

Основы проектирования

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен организовать выполнение научно-исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом сектора (лаборатории)
Знать: технологические расчеты машин и аппаратов химических производств с целью выбора стандартного оборудования или проектирования новой аппаратуры
Уметь: произвести технико-экономическую оценку аппаратов для конкретного технологического процесса с целью обоснования выбора стандартизированной аппаратуры
Владеть: методами выбора типа машин и аппаратов химических производств для осуществления конкретного технологического процесса и конструктивной его разработки
ПК-5: Способен разрабатывать рабочую, проектную и техническую документацию, принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей, узлов и другого химического оборудования в соответствии с техническими заданиями
Знать: методы обработки и использования научно-технической документации
Уметь: использовать вычислительную технику для расчета машин и аппаратов химических производств
Владеть: методами выбора типа машин и аппаратов химических производств для осуществления конкретного технологического процесса и конструктивной его разработки

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Введение.	5				
Тема 1. Предмет курса, его цели и задачи. Задачи, стоящие перед инженером-механиком химической промышленности. Назначение и роль химических аппаратов; требования, предъявляемые к ним. Общие направления развития химического оборудования.		0,5		18,9	ИЛ
Раздел 2. Оборудование для разделения неоднородных сред					
Тема 2. Отстойники. Конструкции отстойников. Расчет отстойника непрерывного действия.		0,5	1,3	18,9	
Тема 3. Фильтры. Классификация фильтров. Стандартизация. Фильтры периодического действия (емкостные, листовые, фильтрпрессы, патронные), их конструктивные особенности, цикл работы, область применения, основные направления развития. Фильтры непрерывного действия. Технологический расчет фильтра. Исходные данные. Режимы фильтрования. Метод прямого моделирования для фильтров периодического действия. Методики расчета вакуум-барабанного фильтра с наружной фильтрующей поверхностью и фильтра жидкостного давления.		0,5	1,4	18,9	

<p>Тема 4. Центрифуги. Особенности процесса центробежного фильтрования. Классификация центрифуг и их индексация. Центрифуги периодического действия (маятниковые подвесные, горизонтальные с ножевым срезом осадка). Принцип действия, особенности конструкции, назначение. Средняя производительность за цикл. Расчет производительности фильтрующей центрифуги методом масштабного моделирования. Затраты мощности в различные периоды работы центрифуги. Центрифуги непрерывного действия с пульсирующей и шнековой выгрузкой осадка. Принцип действия, конструктивные особенности. Назначение. Расчет производительности центрифуги ОГЦ по суспензии и выгруженному осадку, требования к условиям моделирования. Сверхцентрифуги. Трубчатые сверхцентрифуги. Принцип действия, конструктивные особенности, область применения. Тарельчатые сепараторы. Принцип действия, конструктивные особенности.</p>	0,5	1,4	18,9	
<p>Тема 5. Аппараты для мембранных процессов. Физическая сущность и основные характеристики мембранных процессов. Виды мембран. Конструкции аппаратов для мембранных процессов. Установка для мембранного разделения газовых смесей. Расчет расходов потоков, их концентраций и рабочей поверхности мембран.</p>	0,5	1,3	18,9	
<p>Раздел 3. Теплообменные аппараты</p>				
<p>Тема 6. Назначение и классификация теплообменной аппаратуры. Стандартизация кожухотрубчатых теплообменников. Выбор типа кожухотрубчатого теплообменника. Герметичность заделки труб. Интенсификация конвективного теплообмена в кожухотрубчатых аппаратах. Витые змеевиковые теплообменники. Теплообменники с листовой поверхностью. Аппараты воздушного охлаждения. Теплообменники смешения, Барометрический конденсатор.</p>	1	1,4	18,9	

Тема 7. Выпарные аппараты. Пленочные испарители. Оросители труб. Гидродинамика стекающей пленки. Тепловой расчет пленочного испарителя. Аппарат с закрученной пленкой. Сепаратор капельной жидкости. Роторные пленочные испарители. Удерживающая способность, мощности, потребляемая аппаратом. Тепловой расчет аппарата.	0,5	1,3	18,9	
Раздел 4. Массообменные аппараты				
Тема 8. Особенности процесса ректификации. Массообменные тарелки (колпачковые, ситчатые, провальные). Гидравлический расчет тарелок. Эффективность колонной аппаратуры. Оценка аппаратов большого единичного объема.	1	1,3	18,9	
Тема 9. Аппараты жидкостной экстракции. Обоснование выбора процесса экстракции. Пульсационные экстракторы. Расчет распылительной колонны. Способы и механизм дробления капель.	0,5	1,3	18,9	
Тема 10. Сушилки распылительные. Конструкции сушилок. Распылительные устройства (форсунки, распылительные диски). Условия их работы и сравнительная оценка.	0,5	1,3	18,9	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	6	12	189	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)	2,5		6,5	
Всего контактная работа и СР по дисциплине	20,5		195,5	

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Обучение студентов методике расчета и проектирования аппаратов химических производств. Для определения конструкции, размеров и выбора по стандартам и нормальям всех аппаратов, необходимо, как правило, произвести расчет гидромеханических, тепловых и массообменных процессов в указанной аппаратуре с использованием компьютера. Это позволяет закрепить теоретические знания студента, привить ему практические навыки проектирования и использования вычислительной техники и подготовить студента к курсовому проектированию по специальным дисциплинам, а также к дипломному проектированию

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): 1. Теплообменник.

2. Выпарной аппарат.
3. Колонна абсорбционная.
4. Колонна ректификационная.
5. Экстрактор роторно-дисковый.
6. Мембранный аппарат.

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Курсовая работа состоит из графической части формата А1 и расчетно-пояснительной записки в объеме 15-20 листов.

Графическая часть содержит чертеж общего аппарата с разрезами и выносками.

Расчетно-пояснительная записка включает:

описание аппарата;

технологический расчет аппарата;
расчет аппарата на прочность.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-1	Знает и применяет теорию и конструкцию машин и оборудования химических производств. Проводит исследования основных видов оборудования в данной области.	1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированные задания. 3. Курсовая работа.
ПК-5	Демонстрирует знания расчета и проектирования основных машин и оборудования химических производств. Применяет методики расчета и проектирования основного оборудования химических производств.	1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированные задания. 3. Курсовая работа.

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всесторонние знания в области процессов и аппаратного их оформления. Владеет основными понятиями и терминологией во время ответов. Хорошо знаком с основной и дополнительной литературой. Целеустремленно использует и применяет базовые знания в области физико-математических наук. Проявляет эрудицию при работе с учебным материалом	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний по основам теории процессов. В целом разбирается в терминологии. Усвоил основную литературу; допускает некоторые погрешности и несущественные ошибки в ответах на вопросы экзаменационного билета и в ответах на дополнительные вопросы преподавателя.	Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки в работе или в ответах на поставленные при защите вопросы, могут иметь место отхождение от правил оформления работы или нарушены сроки предоставления работы к защите.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания учебного материала из лекций и основной литературы. В целом показывает знания базовых законов по гидравлическим, тепловым и массообменным процессам. Допускает существенные ошибки в ответах, но может их устранить под руководством преподавателя.	Задание выполнено полностью, но в работе есть существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний дисциплины. Путается в понятиях, терминологии и формулировках. Плохо знает литературу. Допускает существенные и принципиальные ошибки и не может их устранить даже с помощью преподавателя. Списывание, попытка использования неразрешенных технических средств или подсказки другого человека.	Содержание работы полностью не соответствует заданию. Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы. Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора.

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 5	
1	Расчет массообменных колон.
2	Массообменные колонные аппараты.
3	Конструкции распылительных сушилок. Распылительные устройства.
4	Массообменные тарелки: колпачковые, ситчатые, провальные, клапанные.
5	Конструкции жидкостных экстракторов.
6	Технологический расчет реактора-котла.
7	Конструкции реакторов для системы газ-жидкость.
8	Уплотнения вала мешалки.
9	Конструктивное оформление реактора-котла. Мощность, затрачиваемая на перемешивание жидкости.
10	Модель реактора периодического действия.
11	Модель реактора идеального вытеснения непрерывного действия.
12	Модель реактора идеального смешения непрерывного действия.
13	Применение методов моделирования для расчета химических реакторов.
14	Пленочные испарители. Оросители труб. Гидродинамика стекающей пленки.
15	Конструкции кожухотрубчатых теплообменников. Способы заделки и герметизации трубок.
16	Назначение и классификация теплообменной аппаратуры. Интенсификация теплообмена в аппаратах.
17	Конструкции фильтров периодического действия.
18	Конструкции фильтров непрерывного действия.
19	Методика расчета фильтра жидкостного давления (ФЖД).
20	Технологический расчет дискового фильтра.
21	Технологический расчет барабанного вакуум-фильтра.
22	Расчет отстойника непрерывного действия.
23	Конструкции отстойников.
24	Конструкции сверхцентрифуг.
25	Конструкции центрифуг непрерывного действия.
26	Конструкции центрифуг периодического действия.
27	Классификация центрифуг и их индексация. Центрифуги периодического действия: маятниковая, подвесная, горизонтальная с ножевым срезом осадка.
28	Физическая сущность и основные характеристики мембранных прессов. Виды мембран. Конструкции аппаратов для мембранных прессов.
29	Назначение и роль химических аппаратов. Требования, предъявляемые к ним. Общие направления развития химического оборудования.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрены.

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Рассчитать и выбрать нормализованный циклон по условиям задач, приведенным в таблице индивидуальных заданий.

2. Рассчитать и подобрать стандартизированный теплообменник по условиям задач, приведенным в таблице индивидуальных заданий.

3. Рассчитать и выбрать стандартный роторный аппарат для концентрирования раствора по условиям задач, приведенным в таблице индивидуальных заданий. В качестве теплоносителя принять насыщенный водяной пар с давлением 0,7 МПа. Раствор в аппарат поступает при температуре кипения.

4. Рассчитать и выбрать стандартный роторный пленочный аппарат для нагревания жидкости по условиям задач, приведенным в таблице индивидуальных заданий. В качестве теплоносителя принять насыщенный водяной пар с давлением 0,7 МПа.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная + Письменная + Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Время на подготовку ответа по билету 45 минут.

Ответ по билету 15 минут.

Время, отводимое на защиту курсовой работы, не должно превышать 15 мин, включая краткий доклад по результатам курсовой работы и ответы на вопросы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Жулай, В. А., Шарипов, Л. Х.	Машины и оборудование для грохочения, сепарации и классификации строительных материалов. Конструкции и расчеты	Москва: Ай Пи Ар Медиа	2021	http://www.iprbookshop.ru/108302.html
Семакина, О. К.	Машины и аппараты химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств	Томск: Томский политехнический университет	2016	https://www.iprbookshop.ru/83969.html
И.В. Доманский, В.П. Исаков, Г.М. Островский, А.С. Решанов, В.Н. Соколов	Машины и аппараты химических производств: Примеры и задачи: Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов"	СПб.: Политехника	1992	
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Г.Ю. Бутко, А.А. Гаузе, А.О. Никифоров, Н.П. Мидуков	Машины и аппараты химических производств [Текст] : методические указания к расчету курсового проекта	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2008	http://nizrp.narod.ru/mashapprkp.htm 9-86
Г.Ю. Бутко, А.О. Никифоров, А.А. Гаузе	Машины и аппараты химических производств. Ч.2. [Текст] : учеб пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2006	http://nizrp.narod.ru/mashiniapp.htm 9-85

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду