ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей кафедрой

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Авдин В. В.
Пользователь: avdinvv
Дата подписания: 27.05.2022

В. В. Авдин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.05 Процессы массопереноса в химической технологии
для направления 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Природоохранные химические технологии
форма обучения очная
кафедра-разработчик Экология и химическая технология

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 923

Зав.кафедрой разработчика,
д.хим.н., проф.

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Авдин В. В.
Пользователь: avdinvv
Дата подписания: 25.05.2022

В. В. Авдин

Разработчик программы,
к.хим.н., доцент

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Ракова О. В.
Пользователь: rakovaov
Дата подписания: 25.05.2022

О. В. Ракова

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: понимание студентами основных процессов тепломассообмена, гидравлики, теплотехники и химической технологии в целом. Знакомство с устройством и принципом работы аппаратов тепломассообмена, применяемых в химической промышленности. Задачи: -сформировать представления об основных законах гидравлики и теплотехники; -дать знания студентам об основных свойствах жидкостей и газов; -изучить основные процессы химической технологии; -дать студентам представление об устройстве основных аппаратов.

Краткое содержание дисциплины

Данная программа по дисциплине предназначена для подготовки бакалавров; ее особенность состоит в фундаментальном характере изложения и формировании у студентов естественнонаучного мировоззрения. Курс состоит из трёх основных частей: механики жидкостей и газов (гидравлика), теплотехники и теории массообменных процессов. Знание законов механики жидкостей, теплотехники и теории массообменных процессов необходимо для решения многих технических вопросов в области химической технологии, очистке воздуха и газов, очистке воды, водоснабжения, канализации, теплогазоснабжения и вентиляции. Кроме того, гидравлика и теплотехника служат теоретической базой при изучении ряда дисциплин. В соответствии с учебным планом дисциплина изучается в течении одного семестра. Основные положения дисциплины излагаются на лекциях и практических занятиях. Для углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и практических занятиях, в курс введены лабораторные работы и курсовая работа. В самостоятельную работу студентов входит освоение теоретического материала, подготовка к контрольным работам и выполнение курсовой работы. После завершения курса студенты должны иметь представление о месте и роли химической технологии в развитии науки, техники и производства; о тенденциях развития различных отраслей материального производства. Студенты должны знать и уметь использовать принципы построения и анализа химико-технологических систем; основные методы разделения химических веществ; методы составления тепловых и материальных балансов производств; методы расчета и выбора аппаратуры для разделения газовых и жидких неоднородных систем; методы выбора и расчета аппаратуры для очистки до необходимого уровня сточных вод и газовых выбросов, оборудования для размещения, переработки или захоронения отходов предприятий различных отраслей.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 участвовать в совершенствовании технологических процессов, моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы, обеспечивающие высокий уровень экологической безопасности	Знает: методы описания равновесия и кинетики массопередачи в химической технологии Умеет: использовать принципы моделирования процесса массопередачи Имеет практический опыт: определения характеристик равновесной концентрации химических веществ

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Производственная практика, научно-исследовательская работа (4 семестр)	Биотехнологии, Техногенные системы и экологический риск, Математическое моделирование технологических процессов и природных сред, Общая химическая технология, Системы управления химико-технологическими процессами

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Производственная практика, научно-исследовательская работа (4 семестр)	Знает: методы и средства проведения научных исследований, особенности технологического процесса различных промышленных производств Умеет: применять методы анализа и обработки исходных данных, проводить анализ получаемой информации по влиянию промышленного производства на окружающую среду Имеет практический опыт: проведения оценки влияния промышленного производства на окружающую среду

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 57,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		5
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа (СРС)	50,5	50,5
подготовка к контрольному тестированию	5	5
подготовка к экзамену	10	10
подготовка к лабораторным работам	10	10
подготовка к практическим работам	10	10
подготовка курсовой работы	15,5	15.5
Консультации и промежуточная аттестация	9,5	9,5

Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен,КР

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные законы гидравлики	6	2	4	0
2	Перемещение жидкостей. Сжатие и перемещение газов.	16	2	6	8
3	Тепловые процессы химической технологии. Теплопередача.	2	0	2	0
4	Общие сведения о массообменных (диффузионных) процессах. Модифицированные уравнения массопередачи. Основные законы массопереноса.	4	2	2	0
5	Массопередача в системах с твердой фазой и со свободной границей раздела фаз	20	10	2	8

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия. Основы теории переноса импульса, теплоты, массы. Основное уравнение гидростатики. Уравнение Эйлера.	2
2	2	Силы, действующие в жидкости. Основные законы гидростатики и гидродинамики. Уравнение Бернулли. Режимы движения жидкостей. Опыт Рейнольдса. Насосы и насосные установки, их характеристики. Сжатие и перемещение газов. Компрессоры.	2
3	4	Основы теории массопередачи и методы расчёта массообменной аппаратуры. Материальный баланс массообменных процессов. Молекулярная диффузия. Конвекция и массоотдача. Дифференциальное уравнение переноса массы.	2
4	5	Абсорбция, перегонка и ректификация. Сущность процессов, аппаратное оформление.	2
5	5	Адсорбция. Адсорбенты. Адсорбтив. Ионообменная сорбция. Катиониты и аниониты. Мембранные процессы.	2
6	5	Экстракция в системе жидкость – жидкость. Выбор экстрагента. Кинетика жидкостной экстракции. Основные способы проведения экстракции. Устройство и принцип действия экстракторов. Схемы экстракционных установок. Растворение и экстрагирование.	2
7	5	Сушка. Кинетика сушки. Виды сушки. Сушильные агенты.	2
8	5	Разделение жидких неоднородных систем. Фильтрование и фильтрация. Требования к фильтрующим материалам.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Материальный баланс. Расчет материального баланса. Неувязка баланса.	2
2	1	Основное уравнение гидростатики.	2
3	2	Расчет коэффициентов вязкости. Число Рейнольдса	2
4	2	Уравнения расходов жидкостей и газов. Объемный расход. Массовый расход	2
5	2	Насосы и насосные установки. Насосы. Мощность. КПД.	2

6	3	Промышленные способы подвода и отвода теплоты. Расчет теплообменной аппаратуры.	2
7	4	Основы теории массопередачи и методы расчёта массообменной аппаратуры.	2
8	5	Сушка. Материальный баланс. Диаграмма состояния воды. Фильтрование, выбор фильтрационного материала.	2

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Уравнения расходов жидкостей и газов. Объемный расход. Определение коэффициента расхода мерного сопла.	4
2	2	Определение кинематической и динамической вязкостей жидкости. Влияние температуры и примесей на вязкость.	4
3	5	Фильтрование. Определение эффективности фильтрования.	4
4	5	Сушка. Кинетические кривые сушки.	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
подготовка к контрольному тестированию	1. ПУМД осн. лит. 1, 493с. 2. Конспект лекций.	5	5
подготовка к экзамену	1. ПУМД осн. лит. 1, 493с. 2. Конспект лекций. 3. ПУМД доп.лит, с.575. 4. ЭУМД осн.лит. 145с. 5. ЭУМД доп.лит. 96с.	5	10
подготовка к лабораторным работам	1. ПУМД осн. лит. 1, 493с. 2. Конспект лекций.	5	10
подготовка к практическим работам	1. ПУМД осн. лит. 1, 493с. 2. Конспект лекций. 3. ПУМД доп.лит, с.575.	5	10
подготовка курсовой работы	1. ПУМД осн. лит. 2 с.399,	5	15,5

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	5	Проме-жуточная	Экзамен	-	15	Критерии оценивания ответа на теоретический вопрос в билете: 5 баллов	экзамен

		аттестация				– студент демонстрирует: глубокие исчерпывающие знания в понимании, изложении ответа на вопрос, ответ логически последовательный, содержательный, полный, правильный и конкретный;4 балла -: твердые знания материала, правильное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, однако, ответ недостаточно полный, имеются 1-2 незначительных замечания преподавателя, последовательный и конкретный ответ, студент свободно устраняет замечания преподавателя по отдельным частям и пунктам ответа; 3 балла - твердые знания и понимание основного; ответ не содержит грубых ошибок, но есть более 2-х неточностей и замечаний, при устранении неточностей и несущественных ошибок в освещении отдельных положений требуются наводящие вопросы преподавателя; 2-балла –грубые ошибки при ответе на вопрос, но более 50% ответа составляют правильные сведения, студент демонстрирует неуверенные и неточные ответы на наводящие вопросы преподавателя, 1 балл – грубые ошибки в ответе, менее 50% являются неверными, студент демонстрирует непонимание сущности излагаемых положений; 0 баллов -нет ответа на вопрос. Задача: 5 баллов -задача решена правильно, написаны все формулы, в формулы подставлены все цифры, произведен перевод в единицы СИ, написан ответ. За каждый невыполненный критерий снимается 1 балл.	
2	5	Курсовая работа/проект	Курсовая работа	-	20	Курсовая работа на тему "Расчет теплообменного аппарата" . Задание выдается в начале семестра, выполняется студентом в течение семестра как вид самостоятельной работы. Пояснительная записка и чертежи сдаются на проверку преподавателю согласно календарному плану. Преподаватель выставляет предварительную оценку за выполнение 1) литературного обзора, 2) расчетной части, 3) чертежа и допускает студента 4) к защите. Защита курсовой работы выполняется в комиссии, состоящей не менее, чем из двух преподавателей. На защите студент коротко (3-5 мин.) докладывает об основных проектных	кур-совые работы

						решениях, принятых в процессе разработки, и отвечает на вопросы членов комиссии. Выполнение литературного обзора, расчетной части, чертежа и защита работы являются контрольными мероприятиями и оцениваются по пятибалльной системе. За каждое контрольное мероприятие в ходе выполнения курсовой работы студент может максимально набрать 5 баллов. Показатели оценивания: Выполнение литературного обзора (теоретическая часть) 5 баллов – теоретическая часть имеет логичное, последовательное изложение материала, исчерпывающе рассмотрены современные методы, даны ссылки на статьи, опубликованные в рейтинговых, в том числе, иностранных изданиях, и материалы рейтинговых конференций, оригинальность текста составляет не меньше 80% 4 балла -теоретическая часть имеет логичное и последовательное изложение материала, в ней представлены достаточно подробный анализ и критический разбор современного состояния вопроса, однако анализ и критика материала выполнены недостаточно подробно, сделанные выводы не всегда обоснованы, оригинальность текста не ниже 70% 3 балла - пояснительная записка имеет теоретическую главу, базируется на современном практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, оригинальность текста выше 60% 2 балла – теоретическая глава частично содержит ссылки на устаревшие источники литературы, материал не структурирован, представлен непоследовательно, отсутствует анализ существующего положения, критика методов, оригинальность текста составляет 50-60% 1 балл – теоретическая глава не содержит ссылок на литературные источники, либо представленные литературные источники существенно устарели, изложенные в главе материал устарел, не отвечает современному состоянию вопроса, оригинальность текста ниже 50% 0 баллов – теоретическая часть отсутствует Выполнение расчетной части (упрощенный расчет) 5 баллов –	

						расчетная часть выполнена грамотно, не содержит ошибок, используются современные методы расчета, оформление расчетной части соответствует установленным требованиям 4 балла –расчеты выполнены недостаточно подробно, имеются небольшие неточности в расчете, оформление расчетной части соответствует установленным требованиям 3 балла – более половины расчетов выполнено правильно, однако в части расчетов имеются 1-2 ошибки, имеются погрешности в части оформления расчетной части 2 балла – менее половины, но более одной трети расчетов выполнено правильно, имеется более 2 существенных ошибок, использованы устаревшие методы расчета аппарата 1 балл –менее трети расчетов выполнено правильно 0 баллов – расчеты не представлены либо работа содержит бессистемные неверно выполненные расчеты Чертеж 5 баллов – чертеж полностью соответствуют установленным требованиям, выполнен верно, конструкция аппарата, полностью соответствует расчету 4 балла – имеются небольшие неточности в выполнении чертежа, чертеж выполнен верно, конструкция аппарата полностью соответствует расчету 3 балла - имеются существенные недостатки в качестве чертежа, неполное соответствие чертежа расчетной части 2 балла – чертеж выполнен небрежно, имеются 1-2 существенных ошибки, несоответствие чертежа расчетной части 1 балл – чертеж содержит более двух существенных ошибок, выполнен с существенными нарушениями установленным требованиям, несоответствие чертежа расчетной части 0 баллов – чертеж не представлены Защита 5 баллов - презентация полностью соответствует установленным требованиям, устный доклад выполнен грамотно, полностью отражает содержание работы, студент отлично владеет материалом, легко отвечает на поставленные вопросы 4 балла - в презентации имеются небольшие недостатки, в докладе имеются небольшие неточности изложения сути работы, студент без особых затруднений отвечает на	

						поставленные вопросы 3 балла - имеются существенные недостатки в качестве презентации работы, при защите студент проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие аргументированные ответы на заданные вопросы 2 балла – презентация выполнена небрежно, имеются 1-2 существенных ошибки, при защите студент на 1-2 вопроса затрудняется ответить или отвечает с ошибками 1 балл - презентация содержит более двух существенных ошибок, при защите студент более чем на два вопроса затрудняется ответить или отвечает с ошибками 0 баллов - презентация содержит бессистемные сведения не относящиеся к сути работы или не представлена, при защите студент затрудняется отвечать на поставленные вопросы по ее теме, не знает теории вопроса, при ответе на все вопросы допускает существенные ошибки. Если при выполнении контрольных мероприятий курсовой работы происходит нарушение календарного плана сдачи (указанного в задании), то оценка за каждое мероприятие снижается на 1 балл.	
3	5	Текущий контроль	Практические задания	1	2	Студенту индивидуально выдаются практические задания . Время подготовки - 90 минут. Темы практических занятий известны студентам заранее. Все задания основаны на изученном материале. В каждом задании 4 задачи. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей: -каждое правильно выполненное задание –0,5 балла.	экзамен
4	5	Текущий контроль	Контрольная работа (тестирование)	1	20	Тест проводится письменно на последнем занятии изучаемого раздела. Тест состоит из 20 вопросов. Время, отведенное на опрос -40 минут Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.	экзамен
5	5	Текущий контроль	Лабораторные работы	1	5	После проведения лабораторной работы проводится защита отчета. Защита отчёта представляет собой устный опрос и проводится в том случае, если в отчёте содержатся ошибки расчёта; студент неправильно интерпретировал результаты анализа; запись результатов анализа неверна; вывод по работе неполон или не соответствует	экзамен

						содержанию работы. Критерии оценивания. Выполнение работы. 2 балла – знание методики и хода выполнения работы, грамотное выполнение эксперимента. 1 балл – отсутствие одного из вышеперечисленных пунктов. 0 баллов – незнание методики и хода выполнения работы, либо грубые недочеты при выполнении эксперимента, нарушение правил техники безопасности при работе в лаборатории. Отчет по лабораторной работе. Сданный в срок и зачтенный с первого раза отчет соответствует 3 баллам, эти баллы включают в себя теоретическую часть (1 балл) и расчетную часть (2 балла). По одному баллу снимается в случаях: неправильных ответов на часть вопросов теории, неправильного неправильного расчета. Срок для сдачи отчета – 2 недели после выполнения лабораторной работы, в случае поздней сдачи отчета снимается 1 балл	

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Прохождение промежуточной аттестации не обязательно, возможно выставление оценки по текущему контролю. Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в устной форме. Время проведения мероприятия соответствует 180 минутам. В билете два теоретических вопроса и одна задача.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
курсовые работы	Прохождение промежуточной аттестации является обязательным. Задание выдается в начале семестра, выполняется студентом в течение семестра как вид самостоятельной работы. Пояснительная записка и чертежи сдаются на проверку преподавателю согласно календарному плану.	В соответствии с п. 2.7 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-2	Знает: методы описания равновесия и кинетики массопередачи в химической технологии	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: использовать принципы моделирования процесса массопередачи	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: определения характеристик равновесной концентрации химических веществ	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии [Текст] Ч. 1 Теоретические основы процессов химической технологии Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты Учеб. для хим.-технол. специальностей вузов: В 2 кн. Ю. И. Дытнерский. - 3-е изд. - М.: Химия, 2002. - 399,[1] с. ил.
2. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии Ч. 2 Массообменные процессы и аппараты Учеб. для хим.-технол. спец.: В 2 ч. - 2-е изд. - М.: Химия, 1995. - 368 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Текст] Учеб. пособие для вузов К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - 14-е изд., стер., перепеч. с изд. 1987 г. - М.: АльянС, 2007. - 575 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология науч.-техн. журн. М-во обр. и науки Рос. Федерации, Иван. гос. хим.-технол. ун-т. журнал. - Иваново, 1958-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. не предусмотрены

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. не предусмотрены

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Травкина, О. С. Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы : учебное пособие / О. С. Травкина. — Уфа : УГНТУ, 2019. — 145 с. — ISBN 978-5-7831-1854-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/179292 (дата обращения: 23.12.2021).
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Разинов, А. И. Mass transfer processes with a solid phase participation. Процессы массопереноса с участием твердой фазы : учебное пособие / А. И. Разинов, П. П. Суханов. — Казань : КНИТУ, 2012. — 96 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/73203 (дата обращения: 23.12.2021).

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (https://edu.susu.ru)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНИТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	301 (1а)	лабораторные установки, КФК, химическая посуда
Лекции	101 (1а)	Компьютер, проектор