

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института химии
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"17" сентября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
Процессы и аппараты химической технологии

Направление подготовки бакалавриата
20.03.01 – Техносферная безопасность


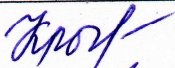
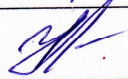
Профили подготовки бакалавриата
Промышленная безопасность технологических процессов и производств

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Бурухина Оксана Владиславовна		17.09.2021
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		17.09.2021
Заведующий кафедрой	Кузьмина Раиса Ивановна		17.09.2021
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» – формирование у студентов компетенций, связанных с освоением физической основы процессов химической технологии и теоретических основ гидромеханики, а также с рациональным выбором конструкции и научному расчету машин и аппаратов для определенных технологических процессов, а также методам целесообразной промышленной эксплуатации этого производственного оборудования для достижения максимальной производительности при минимальных затратах. Кроме того, в процессе обучения решаются задачи повышения культурного уровня и формирования социально-личностных качеств обучающихся: целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности, гражданственности, коммуникабельности, толерантности.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Процессы и аппараты химической технологии» (Б1.О.26) относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП по направлению 20.03.01 – Техносферная безопасность и изучается студентами в течение 5 семестра после прохождения курсов «Высшая математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Начертательная геометрия. Инженерная графика».

Освоение данной дисциплины как предшествующей необходимо для изучения некоторых других дисциплин: «Химические реакторы и оборудование заводов», «Инженерная защита химических производств», «Системы управления химико-технологическими процессами».

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	1.1_Б.УК-1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи. 2.1_Б.УК-1. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. 3.1_Б.УК-1. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. 4.1_Б.УК-1. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности. 5.1_Б.УК-1. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.	знать: -основные закономерности гидромеханических процессов и современные принципы их моделирования уметь: - проводить расчеты процессов и аппаратов с использованием экспериментальных и справочных данных; владеть: - методиками выбора аппаратов из числа стандартных
ОПК-1 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники,	ОПК-1.1 Изучает и анализирует техническую документацию ОПК-1.2 Использует современные программные комплексы для решения типовых задач в области защиты окружающей среды. ОПК-1.3 Использует современные программные комплексы в области промышленной безопасности для оценки	знать: - безопасные конструкции аппаратов и их основные характеристики уметь: - на основании знания закономерностей основных процессов химической технологии правильно выбирать оптимальные типы и

<p>информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.</p>	<p>рисков для человека, производственных объектов и окружающей среды ОПК-1.4 Использует современные базы данных и программные комплексы для решения задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека ОПК-1.5 Выбирает критерии предельного состояния технических устройства ОПК-1.6 Определяет условия безопасной эксплуатации конкретных технических устройств</p>	<p>конструкции машин и аппаратов; владеть: - навыками практических расчетов и определения основных параметров и количественных характеристик процессов и аппаратов</p>
<p>ПК-1 Способность и готовность организовывать и осуществлять комплекс работ и организационно-технических мероприятий, направленных на безопасное функционирование опасных производственных объектов</p>	<p>ПК-1.1 Планирует отдельные стадии работ при наличии общего плана организационно-технических мероприятий ПК-1.2 Организует работы по тактическому планированию деятельности отдела промышленной безопасности. ПК-1.3 Планирует работы по безопасному выводу производственного объекта в плановый ремонт и обслуживание ПК-1.4 Использует типовые методы и способы выполнения профессиональных задач в области планирования безопасного функционирования производства ПК-1.5 Планирует комплекс работ по обеспечению безопасного функционирования производственного объекта в ситуациях, регламентируемых планом локализации и ликвидации аварийных ситуаций</p>	<p>знать: - основы расчетов аппаратов для осуществления процессов химической технологи уметь: - определять конструкционные размеры и рабочие параметры машин и аппаратов, наивыгоднейшие сочетания аппаратов в технологических схемах владеть: - методами расчетов гидравлических процессов и аппаратов</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часов).

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семе стр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	Лабораторные работы		СР	Конт роль	Всег о	
					Общая трудоем кость	Из них – практическая подготовка				
1	Основные процессы химической технологии и их классификация. Методы анализа процессов переноса количества движения, теплоты и массы.	5	1-3	9	9		18		36	Решение задач, оформление лабораторного журнала
2	Основы физического и математического моделирования процессов химической технологии. Теория подобия и метод размерностей.	5	4-6	9	8		18		35	Устный отчет, решение задач, оформление лабораторного журнала
3	Основы гидравлики. Гидростатика. Дифференциальное и интегральное уравнения гидростатики. Уравнение Бернулли и его использование Общие вопросы прикладной гидравлики.	5	7-9	9	10	10	18		37	Решение задач, оформление лабораторного журнала
4	Перемещение жидкостей. Истечение через отверстия и насадки. Нагнетатели Расчет трубопроводов.	5	10-12	9	9		18		36	Решение задач, оформление лабораторного журнала Контрольная работа
5	Разделение жидких и газовых неоднородных систем.	5	13-15	9	9		18		36	Решение задач, оформление лабораторного журнала
6	Двухфазные системы: плотный слой; кипящий слой; газовзвесь.	5	16-18	9	9		18		36	Решение задач, оформление лабораторного журнала
	Промежуточная аттестация.							36	36	Экзамен
	Итого: часов за 5 семестр			54	54	10	108	36	252	

Содержание дисциплины

Тема 1. Основные процессы химической технологии и их классификация. Методы анализа процессов переноса количества движения, теплоты и массы.

Непрерывные и периодические процессы; их характеристики и области рационального применения в химической промышленности. Стационарные и нестационарные процессы.

Методы исследования процессов и аппаратов химической технологии. Место и роль теоретических и экспериментальных исследований, вычислительного эксперимента с использованием компьютеров. Системный подход к изучению и созданию новых процессов и аппаратов.

Тема 2. Основы физического и математического моделирования процессов химической технологии. Теория подобия и метод размерностей.

Основные принципы составления математических описаний, анализа и расчета процессов и аппаратов.

Метод подобия и анализа размерностей; их применение при постановке опытов на модельных системах и установках, обработке и обобщении экспериментальных данных. Физический смысл безразмерных обобщенных переменных - критериев подобия. Сочетание математического и физического моделирования для решения химико-технологических задач.

Тема 3. Основы гидравлики

Гидростатика и гидродинамика. Капельные и упругие жидкости. Представление о жидкостях как о сплошных средах. Действие в них сил тяжести, сил давления, вязких сил; силы межфазного натяжения. Понятие об идеальной жидкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.

Гидростатика. Дифференциальное уравнение равновесия и распределение давления в покоящихся средах. Практические приложения основного уравнения гидростатики (закона Паскаля).

Уравнение Бернулли для идеальной и для реальной жидкостей с учетом подвода механической энергии извне. Практические приложения уравнения Бернулли.

Гидродинамические режимы течения - ламинарный и турбулентный. Критерий Рейнольдса и его критические значения. Механизмы ламинарного и турбулентного течений. Основные характеристики турбулентности. Пульсационные и осредненные во времени составляющие (квазистационарная модель турбулентного потока). Представления о гидродинамическом пограничном слое при течении по трубам и каналам и при обтекании тел. Структура турбулентного пограничного слоя; вязкий подслой. Распределение скоростей по сечению прямой круглой трубы при ламинарном и турбулентном течениях.

Тема 4. Перемещение жидкостей. Истечение через отверстия и насадки. Нагнетатели. Расчет трубопроводов

Течение в трубах и каналах. Определяющий поперечный размер потока в каналах произвольной формы: гидравлический радиус, эквивалентный диаметр. Уравнение постоянства расхода.

Гидравлическое сопротивление при течении жидкостей. Расчет потерь на трение (уравнение Дарси-Вейсбаха) в гладких и шероховатых трубах и на местные сопротивления. Зависимости между расходом и перепадом давления на единицу длины трубопровода при ламинарном (уравнение Гагена-Пуазейля) и турбулентном течениях. Расчет потребного напора для перемещения жидкостей через систему трубопроводов и аппаратов.

Перемещение жидкостей и газов по трубопроводам и сетям с помощью машин, повышающих давление.

Классификация машин по принципу действия: объемные (поршневые, ротационные и др.) и динамические (лопастные — центробежные и осевые, машины трения и др.) насосы и компрессоры. Перемещение жидкостей насосами. Их основные

параметры: производительность, напор, мощность, к.п.д. Расчет напора и потребляемой мощности; подбор двигателя к насосу. Определение допустимой высоты всасывания; Явление кавитации и его предотвращение. Связь напора, мощности и к.п.д. с производительностью (характеристики насосов). Работа насосов на сеть и их подбор; регулирование производительности. Компрессорные машины и вакуум-насосы. Особенности работы и преимущественные области применения основных типов компрессоров, газодувок и вентиляторов.

Тема 5. Разделение жидких и газовых неоднородных систем

Классификация жидких и газовых гетерогенных систем: суспензии, эмульсии, пены, пыли, туманы. Материальный баланс периодических и непрерывных процессов разделения.

Процессы отстаивания и устройство отстойников. Устройство и действие циклонов (простых и батарейных), гидроциклонов, отстойных центрифуг; сепараторы для отделения брызг жидкости от газа. Принципы осаждения пыли и туманов в электрическом поле; устройство и действие электрофильтров.

Фильтрация суспензий и очистка газов от пылей на фильтрах. Виды фильтровальных перегородок. Факторы, влияющие на скорость фильтрации. Фильтрация при постоянной скорости фильтрации. Классификация и устройство основных типов непрерывно и периодически работающих фильтров. Схемы фильтровальных установок. Принципы устройства и действия фильтрующих центрифуг.

Мокрая очистка газов от пылей и туманов.

Тема 6. Двухфазные системы: плотный слой; кипящий слой; газозвесь

Течение через неподвижные зернистые слои. Основные характеристики зернистых слоев: дисперсность, удельная поверхность, порозность, эквивалентный диаметр каналов. Расчет гидравлического сопротивления слоя. Гидравлическое сопротивление слоев насадок промышленных массо- и теплообменных аппаратов. Гидродинамика псевдооживленных (кипящих) слоев. Основные характеристики псевдооживленного состояния. Гидравлическое сопротивление. Расчет скоростей псевдооживления, высоты псевдооживленного слоя. Однородное и неоднородное псевдооживление. Особенности псевдооживления полидисперсных слоев. Пневмо- и гидротранспорт зернистых твердых материалов.

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- инновационный учебный материал для лекционных и лабораторных занятий;
- лабораторные занятия осуществляются с обсуждением различных вариантов решения поставленных задач; по тематике лабораторные работы привязаны к темам самостоятельной работы;

В лекциях излагаются основные понятия и законы процессов, общие принципы расчета аппаратов химических производств. Лабораторные занятия проводятся параллельно с лекционным курсом с целью закрепления теоретического материала, овладения методиками расчета, выработки умения правильно пользоваться формулами, справочной литературой для решения практических задач, а также для изучения устройства и принципа работы аппаратов. Лабораторные занятия способствуют углубленному усвоению основных теоретических положений курса и дают практические навыки в определении параметров процесса и работе на аппаратах и их моделях. Каждая лабораторная работа выполняется индивидуально или группой студентов в количестве 2-3 человек; обработка результатов опыта и оформление отчета производится каждым студентом самостоятельно. Во всех формах учебных занятий акцент делается на инновационную направленность подготовки бакалавров по направлению «Химическая технология».

Интерактивные методы обучения включают:

- разбор конкретной ситуации по процессам и аппаратам;
- учебные дискуссии по темам лекционного материала и вопросам самостоятельной работы студентов.

В рамках практической подготовки студентов профессиональные навыки формируются при выполнении индивидуальных и групповых лабораторных работ, подборе оптимальных параметров проведения технологических процессов, определении физико-химических характеристик сырья и целевых продуктов, контроль проводят в виде индивидуальных отчетов, коллоквиумов, разборов конкретных ситуаций, деловых игр.

При освоении данного курса инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предоставляется больше времени на выполнение работ, дополнительное оборудование, в частности ноутбук, который находится в распоряжении Института специально для работы на нем только инвалидов. Также данной категории студентов дается больше времени на ответы.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Составление опорных конспектов по изучаемым темам, с использованием рекомендованной учебно-методической литературы и информации в сети Интернет.

Для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями организуется персональное сопровождение компьютерами в образовательном пространстве, которые выполняют посреднические функции с профессорско-преподавательским составом; увеличивается время на самостоятельное освоение материала

Промежуточная аттестация студентов производится в форме экзамена.

Самостоятельная работа студентов в объеме 108 часов заключается в изучении наиболее простых для освоения вопросов дисциплины и в оформлении лабораторных работ, выполненных в аудитории. На самостоятельную работу вынесены следующие темы:

Тема 1. Классификация основных процессов химической технологии. Феноменологический метод исследования процессов.

Тема 2. Движущие силы процессов переноса. Условия равновесия. Статика и кинематика процессов.

Тема 3. Физико-химические свойства газов и жидкостей и их расчет. Законы плавления тел. Внешняя и внутренняя задачи гидравлики.

Тема 4. Уравнение неразрывности (сплошности) потока. Виды гидравлических сопротивлений. Истечение жидкостей через отверстия и насадки. Конструкции нагнетательных машин.

Тема 5. Движение тел в жидкостях; обтекание их сплошной средой. Силы, действующие на обтекаемое тело. Сопротивление движению тел. Основы теории осаждения. Расчет скорости осаждения частиц в центробежном поле.

Тема 6. Двухфазные системы в химических технологиях. Основные технологические процессы и аппараты с плотным, кипящим и взвешенным слоями в химической технологии и в нефтепереработке (схемы, конструкции, характеристики).

Тема 7. Механизмы переноса теплоты в сплошных средах (теплопроводность, конвекция, излучение). Теория подобия и ее роль в описании законов теплопередачи. Использование методов теории подобия при экспериментальном изучении процессов конвективного теплообмена. Способы интенсификации конвективного теплообмена.

Примерный перечень вопросов для оценки знаний студентов по курсу

1. Предмет курса и классификация основных процессов химической технологии.
2. Возникновение и развитие науки о процессах и аппаратах.
3. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов.
4. Пути исследования процессов химической технологии.
5. Подобие физических процессов.
6. Метод анализа размерностей.
7. Основные понятия и определения гидромеханики.
8. Физические свойства жидкостей.
9. Вязкость жидкостей и законы внутреннего трения.
10. Вывод основного дифференциального уравнения гидростатики.
11. Уравнение гидростатики в интегральной форме.
12. Уравнение Бернулли для элементарной идеальной (невязкой) жидкости.
13. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной (вязкой) жидкости.
14. Уравнение Бернулли для потока.
15. Виды гидравлических сопротивлений и потерь напора.
16. Распределение скоростей при ламинарном режиме течения жидкостей в трубах.
17. Определение расхода при ламинарном режиме течения жидкостей в трубах.
18. Потери напора при ламинарном режиме течения жидкостей в трубах.
19. Распределение скоростей при турбулентном режиме течения жидкостей в трубах.
20. Потери напора при турбулентном режиме течения жидкостей в трубах.
21. Местные сопротивления движению жидкостей.
22. Общие потери напора при движении
25. Истечение жидкостей через отверстия при переменном напоре.
26. Основы расчета простых трубопроводов.
27. Основы расчета параллельно соединенных трубопроводов.
28. Расчет кольцевой сети.
29. Расчет сифона.
30. Гидравлический удар.
31. Основные виды гидравлических машин и их классификация.
32. Основные характеристики насосов.
33. Движение жидкости в рабочем колесе центробежного насоса.
34. Высота всасывания и нагнетания насосов.
35. Работа насосов на трубопровод.
36. Классификация и характеристики неоднородных систем.
37. Материальный баланс процессов разделения и смешения. Методы разделения и смешения.
38. Физическое (силовое) взаимодействие фаз. Скорость витания и осаждения.
39. Отстойники. Схемы и работа.
40. Осаждение под действием центробежной силы. Схемы отстойных центрифуг.
41. Фильтрация. Виды фильтрующих перегородок.
42. Аппаратурное оформление процессов фильтрации.
43. Вывод основного уравнения процесса фильтрации.
44. Обеспыливание газов в циклонах.
45. Очистка газов от взвешенных твердых частиц фильтрованием и в электрофильтрах.
46. Перемешивание в жидких средах. Механические мешалки. Расход энергии на перемешивание в жидких средах механическими мешалками.
47. Движение жидкости (газа) в неподвижных слоях зернистых материалов. Кипящий (псевдооживленный) слой твердых частиц и его основные характеристики.

Примеры задач контрольной работы

1. Высота уровня мазута в резервуаре $H=8+n/10$ м, относительная плотность мазута равна 0,96. На высоте $h=0,6+n/10$ м от дна в резервуаре имеется круглый лаз диаметром

760 мм, крышка которого прикрепляется ботами диаметром 10 мм. Принимая для болтов допустимое напряжение на разрыв 760 кг/см^2 , определить необходимое количество болтов. Определить давление мазута на дно резервуара.

2. В трубе диаметром d и длиной l в одном случае движется вода, а в другом случае – нефть. Потеря давления потоков и коэффициенты сопротивления трения в обоих случаях одинаковые. Определите расход какой из этих двух жидкостей будет больше.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация (экзамен)	Итого
5	5	25		30	0	0	40	100

Лекции – 5 баллов, оцениваются посещаемость (2 баллов), активность в аудитории (3 баллов)

Диапазон баллов	Критерий оценки за посещение лекций
0 баллов	Посещение менее 30% лекционных занятий
1 балл	Посещение 30-80% лекционных занятий
2 балла	Посещение 80-100% лекционных занятий
3 балла	Посещение 80-100% лекционных занятий, участвует в <50% дискуссий, опросов. Ответы верные, без доказательств и объяснений
4 балла	Посещение 80-100% лекционных занятий, участвует в >50% дискуссий, опросов. Ответы верные, без доказательств и объяснений
5 баллов	Посещение 80-100% лекционных занятий, участвует в >50% дискуссий, опросов. Ответы верные, без доказательств и объяснений

Лабораторные занятия

Количество баллов за 1 работу	Критерий оценки
0	Работа не выполнена
1	Сдан только теоретический отчет, работа не выполнена / Работа выполнена, оформлена. Теоретический отчет не сдан. Работа сдана не в срок
2	Сдан теоретический отчет, работа выполнена с помощью инженера или преподавателя, работа оформлена. Работа сдана не в срок
3	Сдан теоретический отчет, студент не отвечает на дополнительные вопросы по теме работы, работа выполнена самостоятельно и оформлена, верно решены и аккуратно

	оформлены прилагаемые к лабораторной работе задачи. Сдана в срок
4	Сдан теоретический отчет, студент дает неполные ответы на вопросы по теме работы, работа выполнена самостоятельно, аккуратно оформлена и сдана в срок, верно решены и аккуратно оформлены прилагаемые к лабораторной работе задачи.
5	Сдан теоретический отчет, работа выполнена самостоятельно, аккуратно оформлена и сдана в срок, студентом даны исчерпывающие ответы на все вопросы, верно решены и аккуратно оформлены прилагаемые к лабораторной работе задачи

Практические занятия не предусмотрено

Самостоятельная работа – 30 баллов, оценивается качество выполненных самостоятельных работ (или дополнительных лабораторных работ – на усмотрение преподавателя) (10 баллов), умение решать задачи (или дополнительные лабораторные работы – на усмотрение преподавателя) (10 баллов), контрольная работа (10 баллов).

Диапазон баллов	Критерий оценки выполнение самостоятельных работ
0 баллов	Не выполнено
1 балл	Самостоятельно выполнено менее 30%, аккуратно оформлено и сдано в срок
3 балла	Самостоятельно выполнено 30-60%, аккуратно оформлено и сдано в срок / Выполнено 100%, сдано не в срок
5 балла	Самостоятельно выполнено 60-75%, аккуратно оформлено и сдано в срок
7 балла	Самостоятельно выполнено 75-90%, аккуратно оформлено и сдано в срок
9 баллов	Самостоятельно выполнено 90-100%, аккуратно оформлено и сдано в срок
10 баллов	Самостоятельно выполнено 90-100%, аккуратно оформлено и сдано в срок, даны исчерпывающие ответы на вопросы
Диапазон баллов	Критерий оценки за умение решать задачи
0 баллов	Самостоятельно решает задачи в аудитории <50% задач
5 баллов	Самостоятельно решает задачи в аудитории >50% задач.
8 баллов	Самостоятельно решает задачи в аудитории >50% задач. Обосновывает выбранный способ решения, аккуратно оформляет
10 баллов	Самостоятельно решает задачи в аудитории >80% задач. Обосновывает выбранный способ решения, аккуратно оформляет, выходит к доске для объяснения задач аудитории. Предлагает альтернативные способы решения задач
Диапазон баллов	Критерий оценки за умение решать задачи

0 баллов	Не выполнено
1-2 балла	Выполнено менее 30%
5 баллов	Выполнено менее 50%, не приводятся объяснения решений, оформлено неаккуратно. / Выполнено 90-100%, объяснения решений приведены в полном объеме, оформлено аккуратно, сдано не в срок
7 баллов	Выполнено менее 85%, объяснения решений приведены не в полном объеме, оформлено аккуратно, сдано в срок
9 баллов	Выполнено 85-100%, объяснения решений приведены не в полном объеме, оформлено аккуратно, сдано в срок
10 баллов	Выполнено 90-100%, объяснения решений приведены в полном объеме, оформлено аккуратно, сдано в срок

Автоматизированное тестирование не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности не предусмотрено

Промежуточная аттестация (экзамен) 40 баллов – письменный экзамен, в билете 3 вопроса: 2 теоретических (максимально по 10 баллов) и расчетная задача (максимально 20 баллов).

при проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 38 до 40 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 32 до 37 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 25 до 31 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» от 0 до 24 баллов.

Таблица 2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ» в оценку (экзамен):

<u>85-100</u> баллов	«отлично»
<u>71-84</u> баллов	«хорошо»
<u>55- 70</u> баллов	«удовлетворительно»
<u>0- 54</u> баллов	«не удовлетворительно»

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Процессы и аппараты химической технологии» составляет 100 баллов.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Иванчина, Э. Д. Системный анализ процессов и аппаратов химической технологии: учебное пособие / Э.Д. Иванчина. - Томск : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2017. - 115 с. - ISBN 9785438707875 : ~Б. ц. ЭБС "ИНФРА-М"
2. Семакина, О. К. Машины и аппараты химических, нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств: учебное пособие / О.К. Семакина. - Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2016. - 154 с. - ISBN 9785438706939 : ~Б. ц. ЭБС "ИНФРА-М"
3. Калекин В.С. Процессы и аппараты химической технологии: Учебное пособие / Калекин В.С. - Москва : Русайнс, 2020. - 458 с. ЭБС «BOOK.RU»
4. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. - Санкт-Петербург : Лань. К. 1 : Книга 1 : учебник / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров [и др.]. - 8-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 916 с. - ISBN 978-5-8114-2975-2 : ~Б. ц. ЭБС «Лань»
5. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс. - Санкт-Петербург : Лань. К. 2 : Книга 2 : учебник / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров [и др.]. - 8-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 876 с. - ISBN 978-5-8114-2975-2 : ~Б. ц. ЭБС «Лань»

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. http://www.fptl.ru/Chem_block.html – учебно-методические материалы по химии и техно-химическим расчетам;
2. <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html> – учебники, практикумы и справочники;
3. Сайт химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html> .

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Учебная аудитория для чтения лекций. Оборудована мультимедиа техникой.
2. Компьютерный класс, оснащенный программным обеспечением: интернет – браузер; Microsoft Office; ISIS Draw; выходом в Интернет.
3. Учебная лаборатория «Процессы и аппараты химической технологии» с лабораторными стендами:
 - Исследование уравнения Бернулли;
 - Определение режимов движения жидкости;
 - Определение местных гидравлических сопротивлений;
 - Определение гидравлических сопротивлений трения;
 - Истечение жидкости через отверстия и насадки;
 - Определение расхода жидкости при истечении;
 - Изучение гидравлики взвешенного слоя;
 - Определение характеристик шестеренного насоса.

Обучающиеся инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья будут обеспечены печатными и электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Место осуществления практической подготовки: учебные лаборатории Института химии

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» и профилю «Промышленная безопасность технологических процессов и производств».

Автор:

Доцент кафедры нефтехимии и техногенной безопасности Института химии СГУ, к.х.н.

О.В. Бурухина

Программа одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от « 17 » сентября 2021 года, протокол № 2 .