

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Заведующий кафедрой
Аналитической химии
Селеменов В.Ф.

15 . 06 . 20 18 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.02 Основы процессов и аппаратов химической промышленности

1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:

04.03.01 Химия

2. Профиль подготовки / специализация/магистерская программа: органическая и полимерная химия

3. Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

4. Форма образования: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра аналитической химии

6. Составитель программы:

Хохлов Владимир Юрьевич, доктор химических наук, профессор

7. Рекомендована: научно-методическим советом химического факультета,
протокол № 5 от 24.05.2018

8. Учебный год: 2020/2021

Семестр(-ы): 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

формирование знаний о теоретических основах процессов химической технологии и конструкциях аппаратов для их проведения, подготовка выпускников университетов к работе на промышленных предприятиях.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

курс входит в блок Б1, вариативная часть. Студент для изучения курса должен освоить курсы неорганической, физической, аналитической химии. Студент должен иметь представления о термодинамике и кинетике, владеть математическим аппаратом химии. В результате изучения студент должен уметь применять ключевые представления и методологические подходы, для выполнения научно-исследовательской производственно-технологической, проектно-конструкторской и проектно-технологической профессиональной деятельности. Дисциплина является предшествующей для курса «Химическая технология».

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК 3	Владение системы фундаментальных химических понятий	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные закономерности протекания химических реакций; - основные принципы масштабирования технологических процессов; - основные закономерности массо- и теплообмена, гидромеханических процессов; - принципы создания аппаратов химической промышленности; - основные этапы проектирования объектов химической промышленности; - виды основной документации, регламентирующей конструкторскую и проектную деятельность. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать основные параметры химических процессов; - использовать подходы, позволяющие масштабировать процессы; - описывать и классифицировать аппараты химической промышленности; - ориентироваться в проектной и конструкторской документации; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками расчетов параметров химических процессов

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3/108.

Форма промежуточной аттестации - зачет

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)				
	Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам		
			5 сем.	
Аудиторные занятия	18		18		
в том числе: лекции	0		0		
практические	0		0		

лабораторные	0		0		
Самостоятельная работа	90		90		
Форма промежуточной аттестации	0		зачет		
Итого:	108		108		

13.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
Лекции		
1.1	Введение	Предмет, цели и задачи дисциплины. Классификация основных процессов химической технологии.
1.2	Теоретические основы	Механизм и уравнения переноса. Законы сохранения массы, импульса и энергии, их математическая запись в интегральной и локальной формах, анализ полученных уравнений.
1.3		Моделирование. Цели, основные понятия и этапы математического и физического моделирования.
1.4		Межфазный перенос субстанций. Основные понятия.
1.5	Гидромеханические и механические процессы и аппараты.	Гидромеханика. Гидростатика. Гидродинамика. Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов.
1.6		Разделение неоднородных систем. Перемешивание в жидких средах.
1.7		Механические процессы и аппараты.
1.8	Теплообменные процессы и аппараты	Теплообмен. Основные понятия. Промышленные способы передачи тепла. Виды теплоносителей.
1.9		Классификация и конструкции теплообменников.
1.10	Массообменные процессы и аппараты.	Массообмен. Фазовые равновесия. Уравнения материального баланса и массопередачи.
1.11		Абсорбция. Экстракция. Перегонка. Сушка. Массообмен в гетерогенных системах. Адсорбция. Кристаллизация. Мембранные процессы.
1.12		Массообменные аппараты, виды
1.13	Основы проектирования объектов химической промышленности.	Основные нормативно-правовые акты, регулирующие процессы проектирования. Стадии проектирования. Основные типы выпускаемой документации, ее особенности. Понятие ЕСКД.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение	2	-	-	8	12
2	Теоретические основы	2	-	-	14	16
3	Гидромеханические и механические процессы и аппараты.	4	-	-	18	22
4	Теплообменные процессы и аппараты	4	-	-	18	22
5	Массообменные процессы и аппараты.	4	-	-	18	22
6	Основы проектирования объектов химической промышленности.	2	-	-	16	18
	Итого:	18	-	-	90	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Организация изучения дисциплины предполагает:

- изучение основных и дополнительных литературных источников;
- решение практических задач, предложенных преподавателем для работы на лекциях;
- выполнение контрольных работ;
- текущий контроль успеваемости в форме устного опроса по основным разделам дисциплины.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин. - 12-е изд., стереотип.-М.: Альянс, 2006. - 750с.
2	Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии/ К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков – М.: Альянс, 2006. - 576с.
3	Основные процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие по проектированию / под ред. Ю.И. Дытнерского. - 3-е изд. стереотип. – М.: ООО ИД«Альянс», 2007.- 496с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов: в 2 ч. / Ю. И. Дытнерский.-М.:Химия, 2002.
5	Гельперин, Н.П. Основные процессы и аппараты химической технологии / Н.П. Гельперин. - М.: Химия, 1981. - 812с.
6	Берд, Г. Явления переноса / Г. Берд, В. Стьюарт, Е. Лайтфут - М.: Химия, 1974. - 668с.
7	Масштабный переход в химической технологии / под ред. А.М. Розена. - М.: Химия, 1980. - 320 с.
8	Романков, П.Г. Гидромеханические процессы химической технологии / П.Г. Романков, М.И. Курочкин. - Л.: Химия, 1982. - 282 с.
9	Романков, П.Г. Теплообменные процессы химической технологии / П.Г. Романков, В.Ф. Фролов. - Л.: Химия, 1982. - 288 с.
10	Таубман, Е.И. Выпаривание / Е.И. Таубман. - М.: Химия, 1982. - 328 с.
11	Шервуд, Т. Массопередача / Т.Шервуд, Р.Л. Пигфорд, У.Уилки. - М.: Химия, 1982. - 698 с.
12	Рамм, В.М. Абсорбция газов / В.М. Рамм. - М.: Химия, 1976. - 655 с.
13	Александров, И.А. Ректификационные и абсорбционные аппараты / И.А. Александров. - М.: Химия, 1978.- 280 с.
14	Романков, П.Г. Массообменные процессы химической технологии (системы с дисперсной твердой фазой) / П.Г. Романков, В.Ф. Фролов. - Л.: Химия, 1990. - 383 с.
15	Кафаров, В.В. Основы массопередачи / В.В. Кафаров. - М.: Высш. школа, 1979. - 439 с.
16	Ягодин, Г.А. Основы жидкостной экстракции / Г.А. Ягодин, С.З. Каган. - М.: Химия, 1981. - 400 с.
17	Гельперин, Н.И. Основы техники кристаллизации расплавов / Н.И. Гельперин, Г.А. Носов. - М.: Химия, 1975.- 351 с.
18	Кельцев, Н.В. Основы адсорбционной техники / Н.В. Кельцев. - М.: Химия, 1984. - 592 с.
19	Сажин, Б.С. Основы техники сушки / Б.С. Сажин. - М.: Химия, 1984. - 365 с.
20	Хванг, С.Т. Мембранные процессы разделения / С.Т. Хванг, К. Каммермейер. - М.: Химия, 1981. - 484 с.
21	Соколов, В.Н. Машины и аппараты химических производств / В.Н. Соколов. - Л.: Машиностроение, 1982.- 384 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
14	https://www.lib.vsu.ru — Зональная научная библиотека ВГУ.
15	http://www.en.edu.ru/ - Естественно-научный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия и биология).
16	http://window.edu.ru/ - информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
17	http://www.elibrary.ru – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.
18	http://www.chem.msu.ru/rus/ - Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Internet

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы
(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:
ноутбук «Асер», мультимедийный проектор «Benq», экран

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-3	Знать: - основные закономерности протекания химических реакций; - основные принципы масштабирования технологических процессов; - основные закономерности массо- и теплообмена, гидромеханических процессов; - принципы создания аппаратов химической промышленности; - основные этапы проектирования объектов химической промышленности; - виды основной документации, регламентирующей конструкторскую и проектную		Ситуационная задача

	деятельность.		
	Уметь: - рассчитывать основные параметры химических процессов; - использовать подходы, позволяющие масштабировать процессы; - описывать и классифицировать аппараты химической промышленности; - ориентироваться в проектной и конструкторской документации;		
	Владеть: - навыками расчетов параметров химических процессов		
Промежуточная аттестация			КИМ

* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание основные закономерности химической технологии как науки;
- 2) знание особенностей установок и аппаратуры, используемой на химических производствах;
- 3) знание проблем и перспектив развития химических производств;
- 4) умение определять оптимальные условия проведения технологических процессов.
- 5) умение раскрыть взаимосвязи между развитием химической науки и химической технологии;
- 6) умение устанавливать связь между знаниями основ химии и физики и областями применения этих знаний;
- 5) владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено. Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области химических процессов.	Повышенный уровень	Зачтено
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен определять оптимальные условия проведения технологических процессов, допускает ошибки при описании конкретных установок и аппаратуры, используемой на химических производствах.	Базовый уровень	Зачтено
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен определять оптимальные условия проведения технологических процессов, не умеет устанавливать связь между знаниями основ химии и физики и областями применения этих знаний.	Пороговый уровень	Зачтено

Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.	–	Не зачтено
--	---	------------

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену (зачету):

1. Классификация основных процессов химической технологии.
2. Выражения для потоков массы, энергии и импульса за счет различных механизмов.
3. Законы сохранения массы, импульса и энергии, их математическая запись в интегральной и локальной формах.
4. Теория подобия, проблема масштабного перехода; структура потоков в аппаратах, ее основные характеристики и модели,
5. Уравнения массо-, тепло-, импульсо- отдачи и передачи.
6. Гидростатика: основное уравнение гидростатики. Гидродинамика, ее характеристики движения сред.
7. Расчет гидравлического сопротивления аппаратов и оптимизация движения в них.
8. Классификация насосов и их основные характеристики.
9. Классификация компрессорных машин и их основные характеристики.
10. Неоднородные системы и методы их разделения.
11. Цели, эффективность и интенсивность перемешивания. Механическое и пневматическое перемешивание.
12. Механические процессы. Измельчение твердых материалов.
13. Конвективный и когдуктивный теплообмен. Их особенности. Виды теплоносителей.
14. Классификация и конструкции теплообменников. Методика расчета теплообменника
15. Способы выпаривания. Классификация и конструкции выпарных аппаратов.
16. Фазовые равновесия. Уравнения материального баланса, рабочих и равновесных линий.
17. Основное уравнение массопередачи, объемные коэффициенты массоотдачи и массопередачи, число и высота единиц переноса. Аналогия тепло – и массообмена.
18. Основы классификации и расчета массообменных аппаратов.
19. Особенности равновесия и массопередачи в процессе абсорбции. Схемы процесса абсорбции.
20. Устройство и принципы работы абсорберов.
21. Простая перегонка (дистилляция): однократная, многократная, фракционная, с дефлегмацией.
22. Непрерывная ректификация. Основные понятия.
23. Способы бинарной экстракции. Классификация и конструкции экстракторов.
24. Элементарные процессы массопереноса в пористых телах. Уравнение массопроводности.
25. Уравнение массопередачи для систем с участием твердого тела.
26. Общие сведения, виды сушки. Классификация и конструкции сушилок.
27. Общие сведения. Равновесие при адсорбции. Кинетика процесса. Классификация и конструкции адсорберов.
28. Общие сведения о кристаллизации. Конструкции кристаллизаторов.
29. Общие сведения. Типы мембран. Механизм и кинетика мембранных процессов. Конструкции мембранных аппаратов.
30. Основы проектирования промышленных объектов. Стадии проектирования.
31. Нормативно-правовая база проектирования. Требования российского и международного законодательства.
32. Понятие ЕСКД.

19.3.2 Тестовые задания (пример)

1. Уравнения Навье-Стокса, Эйлера, Бернулли, Фурье- Кирхгофа.

2. Условия однозначности; поля скорости, давления, температуры, концентраций; понятие о пограничных слоях.
3. Структура потоков в аппаратах, ее основные характеристики и модели.
4. Коэффициенты массо-, тепло- и импульсо- отдачи и передачи.
5. Идеальная и реальная жидкость.
6. Сравнительный анализ работы компрессорных машин.
7. Выбор аппаратов для разделения неоднородных систем.
8. Типы дробления. Крупное, среднее и мелкое дробление.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса и тестирования. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.