МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор

_____ А. А. Каракозов
(подпись)
«31» марта 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.31 Химические реакторы

Направление подготовки: 18.03.01 «Химическая технология»

Направленность (профиль): «Химическая технология химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»

Программа: Бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	7	9
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4 / 144	4/ 144
Контактная работа (час.)	55	12
Лекции (час.)	34	4
Семинарские занятия (час.)	0	0
Лабораторные работы (час.)	17	2
Самостоятельная работа (час.), в том числе	53	114
Курсовой проект (работа) (семестр/час.)	0/0	0/0
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен, 36 час	Экзамен, 18 час

Донецк
2023

Рабочая программа дисциплины «Химические реакторы» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (Направленность (профиль) – Химическая технология химико-фармацевтических препаратов и косметических средств) для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

Ст.преп. каф. ХТТ _____ Сёмченко С.А..
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Химическая технология топлива».

Протокол от «17» марта 2023 года № 8

Заведующий кафедрой _____ Дедовец И.Г.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Общая, физическая и органическая химия».

.

Заведующий кафедрой _____ Волкова Е.И.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Протокол от «24» марта 2023 года № 3

Председатель _____ Шаповалов В.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20___ года приёма на заседании кафедры

_____ _____
_____.

Протокол от «_____» _____20___ года № _____

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано с выпускающей кафедрой

_____ _____
___.

Заведующий кафедрой _____ _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы теории химических реакторов, химико-технологические системы, оптимальных условий проведения процессов.

Целью дисциплины является: развитие технологического мышления, обучения студентов современным методам анализа, разработки и реализации высокоэффективных химико-технологических процессов и систем.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- структуру и критерии эффективности функционирования химического производства;
- основные закономерности и методы разработки оптимального режима химико-технологических процессов;
- способы создания высокоэффективных производств;
- сырьевые источники химического производства и энергетические подсистемы химико-технологических систем;
- примеры инженерного оформления химико-технологических процессов.

уметь:

- правильно выбрать оптимальный вариант технологического режима;
- сделать обоснованный выбор оптимальной технологической схемы химического производства, который обеспечивает высокую эффективность и соблюдение норм и правил охраны окружающей среды;
- выполнить анализ ХТС;
- составить материальные и тепловые балансы ХТС и ее подсистем;
- определить расходные коэффициенты сырья, материалов, топлива, энергии.

владеть:

- навыками разработки, оформления и описания технологической схемы производства методиками материальных, энергетических и гидравлических расчетов технологического процесса.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные (ОПК-5).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 дисциплин учебного плана.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Химические реакторы» являются общая и неорганическая химия, химическая термодинамика, материаловедение и химические технологии, аналитическая химия и физико-химические методы анализа, физическая химия, коллоидная химия, экология, общая химическая технология учебная практика: ознакомительная, учебная практика: научно-исследовательская работа.

Дисциплина «Химические реакторы» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: перспективы химической технологии, производственная практика: технологическая, учебная практика: научно-исследовательская работа, производственная практика: преддипломная, выполнение и защиты выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является изучение развития химической технологии на современном этапе и решение глобальных проблем человечества: продовольственные ресурсы Земли, ресурсы минерального сырья для промышленности, энергетические ресурсы, предотвращение загрязнения биосферы. Важной отраслью химической технологии является переработка полезных ископаемых и производство на их основе новых видов химических продуктов и сырья многоцелевого назначения.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семин.)	Лабор.	СРС
Тема 1. Химические реакторы. Классификация	9/13	2/2	-	1/0	6/11
Тема 2. Периодический реактор идеального смешения (РИС-П)	12/11	4/0	-	2/0	6/11
Тема 3. Реактор идеального вытеснения (РИВ)	13/11	4/0	-	2/0	7/11
Тема 4. Непрерывный реактор идеального смешения (РИС-Н)	13/12	4/0	-	2/0	7/12
Тема 5. Каскад реакторов идеального смешения непрерывных (К-РИС-Н)	12/14	4/0	-	2/2	6/12
Тема 6. Сравнения реакторов для гомогенных и гетерогенных процессов	13/12	4/0	-	2/0	7/12
Тема 7. Конструкции промышленных реакторов для протекания процессов различного типа	12/13	4/2	-	2/0	6/11

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семин.)	Лабор.	СРС
Тема 8. Способы комбинирования химических производств	13/11	4/0	-	2/0	7/11
Тема 9. Выбор типа реакторов и реакторных систем	11/11	4/0	-	2/0	5/11
Контактная работа (дополнительная)	4/6				
Итого по видам занятий	108/117	34/4		17/2	57/111
Контроль	36/18				
Итого:	144/144	34/4		17/2	57/111

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	**Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции**
ОПК-5	Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

3.2. Лекции

Тема 1. Химические реакторы. Классификация

Содержание темы 1:

Понятие о химических реакторах. Введение в теорию реакторов. Классификация химических реакторов.

Литература к теме 1: [1, 2, 3]

Тема 2. Периодический реактор идеального смешения (РИС-П)

Содержание темы 2:

Принцип работы реактора. Материальный и тепловой балансы периодического реактора идеального смешения.

Литература к теме 9: [1, 2, 3]

Тема 3. Реактор идеального вытеснения (РИВ)

Содержание темы 3:

Принцип работы реактора._Материальный и тепловой балансы реактора идеального вытеснения. Алгоритм расчета объема реактора.

Литература к теме 3: [1, 2, 3]

Тема 4. Непрерывный реактор идеального смешения (РИС-Н)

Содержание темы 4:

Принцип работы реактора. Материальный и тепловой балансы непрерывного реактора идеального смешения. Аналитический и графический способ расчета РИС-Н.

Литература к теме 4: [1, 2, 3]

Тема 5. Каскад реакторов идеального смешения непрерывных (К-РИС-Н)

Содержание темы 5:

Понятие о каскаде реакторов. Аналитический и графический способ расчета количества реакторов в каскаде.

Литература к теме 5: [1, 2, 3]

Тема 6. Сравнение реакторов для гомогенных и гетерогенных процессов

Содержание темы 6:

Сравнение и выбор типа реактора для проведения гомогенного процесса и гетерогенного процесса в диффузионной области.

Литература к теме 6: [1, 2, 3]

Тема 7. Конструкции промышленных реакторов для протекания процессов различного типа

Содержание темы 7:

Основные факторы, определяющие конструкцию реакторов. Промышленные реакторы для гомогенных, гетерогенных и гетерогенно-каталитических процессов.

Литература к теме 7: [1, 2, 3]

Тема 8. Способы комбинирования химических производств

Содержание темы 8:

Возможность комбинирования реакторов в реакторные системы для наилучшего протекания процессов.

Литература к теме 8: [1, 2, 3]

Тема 9. Выбор типа реакторов и реакторных систем

Содержание темы 9:

Важнейшие факторы, определяющие экономичность процесса. Влияние селективности на тип реактора. Зависимость выхода продукта от типа реактора. Факторы отклонения от идеального режима и их влияние на проведение процесса.

Литература к теме 9: [1, 2, 3]

3.3. Практические (семинарские) занятия) по дисциплине

учебным планом не предусмотрены.

3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Исследование кинетики химических реакций в периодическом реакторе идеального смешения	5/0	[4, 5]
2	Изучение модели проточного трубчатого реактора	6/2	[4, 5]
3	Изучение модели проточного реактора полного смешения и каскада реакторов смешения	6/0	[4, 5]
Итого:		17/4	

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	34/55
2	Подготовка к практическим занятиям	-
3	Подготовка к лабораторным работам	17/46
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	-
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	-
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	0/9
Итого:		57/120

3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением расчетной работы по темам дисциплины, которые не рассматриваются на лекциях и лабораторных занятиях и изучаются студентом самостоятельно в соответствии с [5, 6].

Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания –9 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1. Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

– нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;

– пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

– средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

– продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

– высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

– нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;

– минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу.

– пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

– средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

– продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

– высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

– нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;

– минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

– пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;

– средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по быстроте и качеству;

– продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;

– высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

– нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

– минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

– пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

– средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

– продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;

– высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену

1. Сформулируйте основные требования, предъявляемые к математической модели химического реактора.
2. Какие признаки могут быть положены в основу классификации химических реакторов?
3. Каковы различия в условиях перемешивания в проточных реакторах смешения и вытеснения?
4. Дайте определение плотности твердых и жидких веществ. Каким уравнением определяется плотность смеси, состоящей из нескольких веществ?
5. Что такое парциальное давление вещества-участника реакции? Каким образом парциальное давление зависит от температуры и степени превращения?
6. Каким образом можно рассчитать степень превращения, если реакция протекает во времени с изменением мольного объема?
7. Что такое химический реактор и для чего он предназначен?
8. Какие типы химических реакторов вы знаете?
9. Охарактеризуйте режимы работы реакторов идеального смешения.
10. Сформулируйте допущения модели идеального смешения.
11. Каким образом будет рассчитываться фактический выход целевого продукта?

12. В каких единицах измерения может выражаться концентрация веществ участников реакции? Приведите примеры

13. Дайте понятие модели идеального вытеснения.

14. Составьте уравнение материального баланса реактора идеального вытеснения (РИВ), работающего в стационарном и нестационарных режимах.

15. Покажите характер изменения параметров в реакторе идеального вытеснения (РИВ).

16. Выведите уравнение для расчета времени пребывания в реакторе идеального вытеснения.

17. Расскажите о гидродинамической обстановке в реальных реакторах вытеснения. Диффузионные модели реакторов.

18. Дайте понятие модели идеального смешения.

19. Составьте уравнение материального баланса для реактора идеального смешения, работающая в стационарном и нестационарных режимах.

20. Покажите характер изменения параметров в реакторе идеального смешения непрерывном.

21. Выведите уравнение для расчета времени пребывания в реакторе смешения.

22. Сравните эффективность непрерывных реактора смешения и вытеснения при проведении в них простых реакций (гомогенных и гетерогенных).

23. Расскажите о каскаде реакторов смешения. Когда эффективно применение каскада реакторов.

24. Покажите характер изменения параметров в каскаде реакторов.

25. Расскажите о графическом методе расчета каскада реакторов. Когда он применяется.

26. Расскажите об аналитическом методе определения числа секций в каскаде реакторов.

27. Что дает применение каскада реакторов смешения по сравнению с его личным реактором.

28. Сравните непрерывные реакторы смешения и вытеснения по селективности протекающего в них сложного процесса.

29. Как влияет гидродинамическая обстановка в реакторе на выход продукта при проведении сложных реакций.

30. Сравните характеристики проточного реактора смешения и вытеснения применительно к реакции А(г) = Я(г) + S(г), которая является реакцией нулевого порядка. Сравнение провести по x_A при одинаковом τ, по объему реактора (V) при одинаковых значениях подачи реагента А и x_A, а также по τ в этих же условиях.

31. Какое проектное уравнение лежит в основе расчета изотермических реакторов полного вытеснения для проведения газофазных гомогенных процессов? Поясните, какие параметры, входящие в это уравнение, и каким образом влияют на условное время пребывания τ, в зависимости от кинетического процесса.

32. Приведите все возможные варианты организации эндо- и экзотермических процессов в адиабатических реакторах полного вытеснения и смешения.

33. 33.Рассчитайте в общем виде объем реактора вытеснения, если в нем протекает реакция А(г) + В(г) = Я(г).В каких случаях используют графический метод определения объема реакторов полного вытеснения? Приведите методику такого расчета.

34. Приведите примеры конструктивного оформления реакторов гетерогенно-каталитических процессов. Поясните их принцип действия.

35. Приведите методику расчета гидродинамического сопротивления слоя катализатора (Δр). Какие факторы имеют наибольшее влияние на Δр?

36. Объясните, какими преимуществами и недостатками обладают реакторы с неподвижным и кипящим слоем катализатора? Какой реактор будет предпочтительней для проведения быстро протекающих реакций?

37. От чего зависит скорость псевдоожижения катализатора в реакторе с кипящим слоем? Напишите все уравнения, по которым можно рассчитать эту скорость.

38. Какие реакторные системы используют для проведения гетерофазных процессов? Приведите примеры и объясните их принцип действия.

39. Приведите уравнение для расчета диаметра аппаратов колонного типа непрерывного действия. Как будет изменяться диаметр колонны при изменении объемного расхода газа и его предельной скорости в реакторе?

40. Как влияет коэффициент Генри и коэффициент растворимости на время протекания гетерофазных процессов в реакторах полупериодического и периодического действия?

41. Поясните особенности работы реактора полупериодического действия для проведения реакций в системе «газ - жидкость». Если реакция протекает в кинетической области, от чего будет зависеть время (т) этого процесса?

42. Какая величина выбирается в качестве критерия оптимизации при разработке оптимального температурного режима? Обоснуйте сделанный выбор.

43. Дайте определение автотермическим процессам. Какие реакторные системы используют для проведения автотермических процессов? Приведите примеры.

44. Найдите графическое решение системы уравнений материального и теплового балансов реактора идеального смешения, работающего в изотермическом режиме при протекании в нем обратимой эндотермической реакции.

45. Используя графическое решение системы уравнений материального и теплового балансов адиабатического реактора идеального смешения, проанализируйте возможности увеличения достигаемой в реакторе степени превращения (конверсии) в случае проведения в нем:

а) необратимой экзотермической реакции;

б) обратимой экзотермической реакции;

в) обратимой эндотермической реакции.

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего образования _____бакалавриат_____.
Направление подготовки __18.03.01 "Химическая технология"_____.
Профиль _____Химическая технология химико-фармацевтических препаратов и_____.
_косметических средств_____.
Семестр _____седьмой_____.
Учебная дисциплина_____Химические реакторы_____.

БИЛЕТ № 6

1. Химические реакторы. Классификация.
2. Каскад реакторов идеального смешения непрерывных (К-РИС-Н.)
3. Промышленные реакторы для гомогенных процессов.
4. Основные факторы, определяющие конструкцию реакторов.
5. Алгоритм расчета объема реактора РИВ.

Утверждено на заседании кафедры Химическая технология топлива,
протокол № __ от __.__.20__ г.
Зав. кафедрой_____ Экзаменатор_____

4.3 Критерии оценивания

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 5 вопросов, каждый из которых требует конкретного ответа. При описании технологического процесса отвечающий должен сопроводить написанное технологической схемой, при описании аппаратуры – рисунком. При необходимости описание свойств сырья и продуктов следует привести соответствующие графики.

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам выполнения практических работ.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утвержденном приказом ДонНТУ от 02.05.2018г.№ 337-14.

Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 5 теоретических вопросов. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 1.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

В случае, если ответ на вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов, равное 5. При

отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 1 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	вопрос 1	20
	вопрос 2	20
	вопрос 3	20
	вопрос 4	20
	вопрос 5	20
ИТОГО		**100**

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100**.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ESTS:

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на лабораторных работах.

Лабораторная работа. Исследование кинетики химических реакций в периодическом реакторе идеального смешения

Контрольные вопросы.

1.Дайте понятие модели реактора идеального смешения периодического.

2.Составьте уравнение материального баланса для реактора периодического действия идеального смешения (РИС).

3.Вывести уравнение для расчета времени проведения процесса в РИС.

4.Покажите характер изменения параметров в РИС.

4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Белявский, О. Г. Изучение процессов и аппаратов нефтехимической отрасли с применением учебных динамических компьютерных моделей : практикум / О. Г. Белявский, А. М. Калашников, А. В. Третьяков. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 149 с. — ISBN 978-5-4497-1908-9, 978-5-8149-1950-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/128961.html

2. Власова, Г. В. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник / Г. В. Власова, Д. А. Чудиевич, Н. А. Пивоварова. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 188 с. — ISBN 978-5-9729-0863-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/124246.html

II. Дополнительная литература

3. Общая химическая технология и химические реакторы. Сборник задач : учебное пособие / Н. Ю. Санникова, А. С. Губин, Л. А. Власова [и др.]. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2021. — 60 с. — ISBN 978-5-00032-534-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/119643.html

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

4. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Химические реакторы» : для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. химической технологии топлива ; сост. С.А.Сёмченко. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента).

5. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Химические реакторы» : для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. химической технологии топлива ; сост. С. А. Сёмченко. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента).

6. Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Химические реакторы» : для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» заочной формы обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. химической технологии топлива ; сост. С. А. Сёмченко. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – http://donntu.ru/library

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

Учебная лаборатория № 7.215, учебный корпус 7 для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Мультимедийное оборудование: компьютер-планшет, вытяжной шкаф, стол пристенный, стол островной, стол титровальный, установка реактора идеального смешения, установка каскада реакторов, установка проточного трубчатого реактора, установка изучения процесса каустификации, дистиллятор ДЭ-4, термостат СЖМЛ19/2, насос Комовского, аналитические весы АВД-200, технические весы ВАТ, электрическая печь СНОЛ-1,6, автотрансформатор ЛАТР, электродвигатель ДШС-2, лабораторная посуда). Windows 8.1 Professional x86 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 4.3.2.2 (лицензия GNULGPLv3+ и MPL2.0).

7.2 Практические и лабораторные занятия:

Учебная лаборатория № 7.218, учебный корпус 7 для проведения лабораторных занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Мультимедийное оборудование: компьютер-планшет, стол островной, стол пристенный, стол титровальный, установка изучения обжига колчедана, лабораторная посуда). Windows 8.1 Professional x86 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 4.3.2.2 (лицензия GNULGPLv3+ и MPL2.0).

7.3 Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС - Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux – лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox – лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) – лицензия GNU GPL).