

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Д.Ш. Султанова

«30» мая 2022 г.



Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова
Дата 30.05.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине «**ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА**»

Специальность:	15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов
Специализация:	Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств
Квалификация выпускника:	Инженер
Форма обучения:	Очная
Институт:	Институт химического и нефтяного машиностроения
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Процессов и аппаратов химической технологии»
Курс; семестр	2; 4

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	18	0,5
Лабораторная работа	36	1
Практическое занятие	36	1
Контроль самостоятельной работы	45	1,25
Самостоятельная работа	81	2,25
Форма аттестации: Экзамен (4 сем)	36	1
Всего	252	7

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 732 от 09.08.2021) по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов для специализации «Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств» на основании учебных планов набора обучающихся 2022 года.

Разработчик программы:

Доцент

А.И. Разинов

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Процессов и аппаратов химической технологии», протокол от 17.05.2022 г. № 10.

Заведующий кафедрой *Согласовано* А.В. Клинов

УТВЕРЖДЕНО

Начальник центра УМЦ

Утверждаю

Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Явления переноса» являются:

- а) формирование знаний о законах переноса и сохранения субстанций, характеристиках покоящихся и движущихся сред,
- б) обучение технологии получения результата на основе как теоретических знаний, так и экспериментальных исследований,
- в) обучение способам применения полученных знаний для решения практических задач,
- г) раскрытие сущности процессов, происходящих в промышленных машинах и аппаратах.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Явления переноса» относится к обязательной части ООП и формирует у обучающихся по специализации «Проектирование технологических комплексов химических и нефтехимических производств» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Явления переноса» обучающийся по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- 1. Высшая математика
- 2. Физика
- 3. Химия

Дисциплина «Явления переноса» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

- 1. Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
- 2. Компьютерное проектирование оборудования химических и нефтехимических производств
- 3. Машины и аппараты химических производств
- 4. Мембраны и мембранные технологии
- 5. Моделирование и оптимизация технологических комплексов
- 6. Производственная практика (конструкторская практика)
- 7. Производственная практика (преддипломная практика)
- 8. Производственная практика (технологическая практика)
- 9. Процессы и аппараты химической технологии
- 10. Разделение многокомпонентных смесей
- 11. Сверхкритические флюидные технологии
- 12. Химические реакторы

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи инженерной деятельности в современной науке и машиностроительном производстве;

ОПК-1.1. Знает рациональные методы и средства, используемые для решения научных и практических задач в машиностроительном производстве

ОПК-1.2. Умеет обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию в области машиностроения

ОПК-1.3. Владеет навыком формулирования целей и задач инженерной деятельности в устной и письменной формах

ОПК-2 Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач в машиностроении;

ОПК-2.1. Знает основные математические и естественнонаучные законы, социально-экономические права и профессиональные аспекты, применяемые в области машиностроения

ОПК-2.2. Умеет применять математический аппарат, основы фундаментальных теорий на практике

ОПК-2.3. Владеет навыками применения полученных знаний для решения инженерных задач в машиностроении

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:

- методы и средства решения практических задач в машиностроительном производстве;
- разделы математики, естественнонаучные и социально-экономические законы, применяемые в области машиностроения.

Уметь:

- использовать знания математики и фундаментальных законов в инженерной практике;
- собирать, анализировать и применять информацию в области химического машиностроения.

Владеть:

- навыками применения теоретических знаний в инженерной деятельности;
- навыками формулировки целей и постановки задач инженерной деятельности.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Теоретические основы	4	8	16	12	18	32	Коллоквиум; Лабораторная работа; Экзамен
2.	Гидромеханика	4	10	20	24	27	49	
	Итого по семестру	4	18	36	36	45	81	Экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1.	Теоретические основы	2	Механизмы и уравнения переноса	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
2.		2	Законы сохранения	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
3.		2	Моделирование	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
4.		2	Межфазный перенос субстанций	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
5.	Гидромеханика	2	Абсолютный и относительный покой. Характеристики движения сред.	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
6.		2	Течение в цилиндрической трубе	ОПК-1.1 ОПК-1.2

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
				ОПК-2.1 ОПК-2.2
7.		2	Пленочное течение жидкости	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
8.		2	Динамика двухфазных потоков	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
9.		2	Движение неньютоновских жидкостей, оптимизация движения в инженерных сетях	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
	ВСЕГО	18		

6. Содержание практических/семинарских занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Теоретические основы	4	Семинар по теме "Механизмы и уравнения переноса"	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
2.		4	Семинар по теме "Законы сохранения"	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
3.		4	Семинар по теме "Моделирование"	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
4.		4	Семинар по теме "Межфазный перенос субстанций"	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
5.	Гидромеханика	4	Семинар по теме "Абсолютный и относительный покой. Характеристики движения сред"	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
6.		4	Семинар по теме "Течение в цилиндрической трубе"	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
7.		4	Семинар по теме "Пленочное течение жидкости"	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
8.		4	Семинар по теме "Динамика двухфазных потоков"	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
9.		4	Семинар по теме "Движение неньютоновских жидкостей, оптимизация движения в инженерных сетях"	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
	ВСЕГО	36		

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикато ры достижен ия компетенц ии
1	2	3	4	6
1.	Теоретические основы	2	Определение режимов течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.		6	Изучение структуры потоков в аппаратах	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.		4	Изучение процесса массоотдачи при растворении твердого тела в аппарате с механическим перемешиванием	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Гидромеханика	4	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.		4	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.		4	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.		4	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
8.		4	Определение потерь напора в запорных устройствах	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
9.		4	Изучение гидравлики зернистого слоя	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
	ВСЕГО	36		

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Механизмы и уравнения переноса	7	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
2.	Законы сохранения	5	подготовка к коллоквиуму	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
3.	Моделирование	11	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Межфазный перенос субстанций	9	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.	Абсолютный и относительный покой. Характеристики движения сред	13	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Течение в цилиндрической трубе	9	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Пленочное течение жидкости	5	подготовка к коллоквиуму	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2
8.	Динамика двухфазных потоков	9	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
9.	Движение неньютоновских жидкостей, оптимизация движения в инженерных сетях	13	подготовка к коллоквиуму, подготовка к лабораторной работе	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
	ВСЕГО	81		

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Механизмы и уравнения переноса	5	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
2.	Законы сохранения	3	прием коллоквиума	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
3.	Моделирование	5	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
4.	Межфазный перенос субстанций	5	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
5.	Абсолютный и относительный покой. Характеристики движения сред	7	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
6.	Течение в цилиндрической трубе	5	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
7.	Пленочное течение жидкости	3	прием коллоквиума	ОПК-1.2 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
8.	Динамика двухфазных потоков	5	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
9.	Движение неньютоновских жидкостей, оптимизация движения в инженерных сетях	7	прием коллоквиума, прием лабораторной работы	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3
	ВСЕГО	45		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Явления переноса» используется рейтинговая система. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Мин.баллов	Макс.баллов
4-й семестр			
Коллоквиум	9	18	30
Лабораторная работа	9	18	30

Экзамен	1	24	40
Итого		60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Явления переноса» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
А.И. Разинов, А.В. Клинов, Г.С. Дьяконов, Процессы и аппараты химической технологии [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Хим. технология": СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2022	140 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А. И. Разинов, Г. С. Дьяконов, А. В. Клинов, Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс] учебное пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2017	http://ft.kstu.ru/ft/Razinov-Protcessy_i_apparaty_khimicheskoy_tekhnologii.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
Ф.А. Абдулкашапова, К.А. Алексеев, И.П. Анашкин [и др.], Экспериментальное изучение процессов и аппаратов химической технологии [Учебник] учеб. пособие: Казань : Изд-во КНИТУ, 2021	137 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков, Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Задачник] учеб. пособие для вузов: М. : Альянс, 2005	471 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Ю.И. Дытнерский, Процессы и аппараты химической технологии [Учебник] Учеб. для студ. хим.-технол. специал. вузов: М. : Химия, 2002	1924 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Е. Лайфут, Р. Берд, В. Стьюард, Явления переноса [Прочее] : М. : Химия, 1974	2 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Л. . Лойцянский, Механика жидкости и газа [Учебник] учебник для студ.вузов, обучающ.по спец."Механика": М. : Наука, 1987	3 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Явления переноса» предусмотрено использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Комплект методической литературы, размещенный на сайте кафедры ПАХТ <http://www.kstu.ru/1leveltest.jsp?idparent=1818>

11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Wiley Online Library: <https://onlinelibrary.wiley.com/>

Springer Nature: <https://link.springer.com/>

zbMath : <https://zbmath.org/>

Стандартная справочная база данных NIST <https://webbook.nist.gov/chemistry/> .

База данных CoolProp <http://www.coolprop.org/v4/index.html>

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: www.garant.ru

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: www.consultant.ru

Профессиональные справочные системы Техэксперт - www.ctd.ru/

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Явления переноса»:

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard

Архиватор 7 Zip

Блокнот Notepad

Яндекс Браузер

Научное ПО: Mathcad Education

Научное ПО: MATLAB Academic (в комплекте с Simulink Academic)

1. Лекционные занятия:

- a. комплект электронных презентаций/слайдов,
- b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук),

2. Лабораторные занятия

- a. лаборатория гидравлики, оснащенная необходимым оборудованием,
- b. лаборатория тепло-массообменных установок, оснащенная необходимым оборудованием,
- c. компьютерный класс.

3. Прочее

- a. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- b. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

13. Образовательные технологии

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Явления переноса» составляет 36 ч.

В процессе освоения дисциплины «Явления переноса» используются следующие образовательные технологии:

- работа в малых группах;
- дискуссия;
- системы дистанционного обучения.

