

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  
«07» июня 2021 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 07.06.2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛОМАССОБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ»

Направление подготовки:	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Профиль:	Технологические установки нефтегазового комплекса
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	Заочная
Институт:	Институт химического и нефтяного машиностроения
Факультет:	Механический факультет
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Машин и аппаратов химических производств»
Курс; семестр	3-4; 11, 9

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	6	0,17
Лабораторная работа	6	0,17
Контроль самостоятельной работы	12	0,33
Самостоятельная работа	80	2,22
Форма аттестации: Зачет (11 сем), Контрольная работа (11 сем)	4	0,11
Всего	108	3

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 1170 от 20.10.2015) по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование для профиля «Технологические установки нефтегазового комплекса» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Доцент

С.В. Рачковский

---

## **СОГЛАСОВАНО**

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Машин и аппаратов химических производств», протокол от 27.05.2021 г. № 6.  
Заведующий кафедрой *Согласовано* С.И. Поникаров

## **УТВЕРЖДЕНО**

Начальник центра УМЦ

*Утверждаю*

Л.А. Китаева

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Интенсификация тепломассообменного оборудования» являются:

- а) формирование знаний о том, что любой технологический процесс можно рассматривать как совокупность переносных явлений, базирующихся на фундаментальных законах сохранения импульса, массы и внутренней энергии;
- б) обучение навыкам по разработке нового высокопроизводительного и экономичного технологического оборудования;
- в) обучение способам решения практические задач по совершенствованию существующего оборудования на основе фундаментальных понятий о процессах переноса, протекающих в аппаратах;
- г) раскрытие сущности процессов, происходящих в технологическом оборудовании.

### **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Интенсификация тепломассообменного оборудования» относится к вариативной части ООП и формирует у обучающихся по профилю «Технологические установки нефтегазового комплекса» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Интенсификация тепломассообменного оборудования» обучающийся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Гидравлика
2. Материаловедение
3. Методы физического и математического моделирования
4. Общая химическая технология
5. Основы взаимозаменяемости
6. Основы проектной деятельности
7. Проектирование и расчет технологического оборудования
8. Процессы и аппараты химической технологии
9. Сопротивление материалов
10. Теоретическая механика
11. Теория механизмов и машин
12. Теплообмен
13. Термодинамика
14. Технология конструкционных материалов
15. Физика
16. Химия

Дисциплина «Интенсификация тепломассообменного оборудования» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

1. Вычислительная гидромеханика
2. Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
3. Защита от коррозии
4. Компьютерное моделирование в механике жидкости и газа
5. Конструирование и расчет элементов оборудования (по отраслям)
6. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования
7. Основы технологии изготовления оборудования
8. Преддипломная практика
9. Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)
10. Технологические установки нефтегазового комплекса

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

**ПК-1** способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки

**ПК-15** умением выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин

**ПК-2** умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

#### **Знать:**

- конструктивные и технологические методы интенсификации работы тепломассообменного оборудования
- основные современные разработки в области создания высокопроизводительного технологического оборудования
- современные прикладные пакеты для моделирования химико-технологических процессов

#### **Уметь:**

- использовать современные информационные технологии для поиска решений интенсификации оборудования
- пользоваться базовым функционалом существующих прикладных пакетов и применять методы системного анализа при исследовании химико-технологических процессов
- применять современные методы интенсификации в реальных условиях

#### **Владеть:**

- методами постановки и проведения эксперимента для проверки адекватности разработанной модели
- методами решения практических задач по совершенствованию существующего оборудования на основе фундаментальных понятий о процессах переноса, протекающих в аппаратах
- приемами сбора и обработки информации на основе ключевых понятий и технических решений

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ 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.	Анализ структуры химико-технологической системы	9	2				7	Контрольная работа
	<b>Итого по семестру</b>	<b>9</b>	<b>2</b>				<b>7</b>	
1.	Общие положения теории явлений переноса в процессах химической технологии	11				2	15	Тест
2.	Интенсивность и эффективность переносных явлений в теплообменном оборудовании	11	4		6	10	58	Контрольная работа; Лабораторная работа; Тест
	<b>Итого по семестру</b>	<b>11</b>	<b>4</b>		<b>6</b>	<b>12</b>	<b>73</b>	<b>Зачет, Контрольная работа</b>

#### 5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Анализ структуры химико-технологической системы	2	Анализ структуры химико-технологической системы	ПК-1 ПК-15 ПК-2
2.	Интенсивность и эффективность переносных явлений в теплообменном оборудовании	4	Интенсивность и эффективность работы теплообменного оборудования	ПК-1 ПК-15 ПК-2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>6</b>		

#### 6. Содержание практических/семинарских занятий

Проведение практических/семинарских занятий не предусмотрено учебным планом

#### 7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Формируемые компетенции
1	2	3	4	6
1.	Интенсивность и эффективность переносных явлений в теплообменном оборудовании	6	Подбор контактного устройства ректификационной колонны по фактору интенсивности	ПК-1 ПК-15 ПК-2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>6</b>		

#### 8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Понятие ХТС (ее свойства, иерархическая структура, элементы и методы расчета)	7	подготовка к тестированию	ПК-1 ПК-15 ПК-2
2.	Интенсивность и эффективность переноса тепла и массы, критерии оценки и способы их повышения (пассивные и активные)	15	подготовка к тестированию	ПК-1 ПК-15 ПК-2
3.	Эффективность работы теплообменного аппарата	20	подготовка к контрольной работе, подготовка к тестированию	ПК-1 ПК-15 ПК-2
4.	Подбор контактного устройства по фактору интенсивности	38	подготовка к лабораторной работе, подготовка к тестированию	ПК-1 ПК-15 ПК-2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>80</b>		

### 8.1. Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5
1.	Интенсивность и эффективность переноса тепла и массы, критерии оценки и способы их повышения (пассивные и активные)	2	проверка тестирования	ПК-1 ПК-15 ПК-2
2.	Понятие ХТС (ее свойства, иерархическая структура, элементы и методы расчета)	4	проверка тестирования	ПК-1 ПК-15 ПК-2
3.	Эффективность работы теплообменного аппарата	3	проверка контрольной работы, проверка тестирования	ПК-1 ПК-15 ПК-2
4.	Подбор контактного устройства по фактору интенсивности	3	прием лабораторной работы, проверка тестирования	ПК-1 ПК-15 ПК-2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>12</b>		

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Интенсификация тепломассообменного оборудования» 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
<b>11-й семестр</b>			
Контрольная работа	1	18	30
Лабораторная работа	1	18	30
Тест	4	24	40
<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

### 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 «Интенсификация тепломассообменного оборудования» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Основные источники информации</b>	<b>Количество экземпляров</b>
И. И. Поникаров, М. Г. Гайнуллин, Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки [Электронный ресурс] : Санкт-Петербург : Лань, 2020	<a href="https://e.lanbook.com/book/130190">https://e.lanbook.com/book/130190</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
С. В. Рачковский, И. И. Поникаров, С. И. Поникаров, Расчеты машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки (примеры и задачи) [Электронный ресурс] учебное пособие: Санкт-Петербург : Лань, 2020	<a href="https://e.lanbook.com/book/126151">https://e.lanbook.com/book/126151</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
С.И. Поникаров, А.А. Хоменко, И.И. Поникаров [и др.], Монтаж, техническая диагностика и ремонт основного технологического оборудования химических производств и нефтегазопереработки [Учебник] учебник: Казань : Изд-во КНИТУ, 2018	23 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

### 11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Количество экземпляров</b>
С.В. Рачковский, С.И. Валеев, С.А. Вилохин [и др.], Монтаж, техническая диагностика и ремонт основного технологического оборудования химических производств и нефтегазопереработки [Электронный ресурс] учебник: Казань : Изд-во КНИТУ, 2018	5 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А.Г. Лаптев, М.М. Башаров, Е.А. Лаптева [и др.], Модели и эффективность процессов межфазного переноса [Монография] [монография] : в 2 ч.: Казань : Центр инновац. технологий, 2017	7 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А.Г. Лаптев, М.М. Башаров, Эффективность тепломассообмена и разделения гетерогенных сред в аппаратах нефтегазохимического комплекса [Монография] монография: Казань : Центр инновационных технологий, 2016	5 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

### 11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Интенсификация тепломассообменного оборудования» предусмотрено использование электронных источников информации:

Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>

Электронный каталог УНИЦ КНИТУ <http://ruslan.kstu.ru/>

**УНИЦ**  
**Согласовано**

## 11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Базы данных

Scopus Доступ свободный: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Web of Science Доступ свободный: [apps.webofknowledge.com](http://apps.webofknowledge.com)

Информационные справочные системы

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

## 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия:

а) комплект электронных презентаций/слайдов;

б) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук А-232).

Лабораторные работы: лаборатория А-233 (компьютерный класс).

Прочее:

а) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет А-233;

б) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде А-233.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Интенсификация теплообменного оборудования»:

Категория ПО Наименование Лицензионный договор, соглашение

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian от 16.10.2008 лицензия № 44684779;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian от 16.10.2008 лицензия № 44684779;

Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard от 08.11.2016 № 16/2189/Б;

Научное ПО: Mathcad Education-University Edition от 09.06.2018 № 18/2057/Б

Авторское программное обеспечение:

лабораторный практикум (электронная версия Лабпрактикум.doc);

технологический расчет аппаратов воздушного охлаждения (промышленной оборотной воды файл AQBOQB.bas и углеводородных продуктов файл ABOQB.bas);

теплофизические свойства углеводородов (файл TFS.bas);

расчет параметров ректификации файл (файл Лабраб2.mcd);

гидродинамический расчет тарельчатых контактных устройств (файлы ситчатаяОСТ.mcd;

ситчатоклапаннаяОСТ.mcd; клапаннаяОСТ.mcd;

жалюзийно-оклапаннаяОСТ.mcd; колпачковаяОСТ.mcd; решетчатаяОСТ. mcd.);

приложениеОСТ.doc);

исследование эффективности схем тока теплоносителей (файлы Лабраб1а.mcd, Лабраб1б.mcd).

## 13. Образовательные технологии

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Интенсификация теплообменного оборудования» составляет 4 ч.

В процессе освоения дисциплины «Интенсификация теплообменного оборудования» используются следующие образовательные технологии:

- работа в малых группах;
- системы дистанционного обучения.