

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б.1.В.ДВ.6.2 Тепло- и массообменные процессы химической технологии»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

*18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии*

(код и наименование направления подготовки)

*Машины и аппараты химических производств*  
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

*Программа академического бакалавриата*

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

*наименование кафедры*

протокол № 7 от "16" 02 2016г.

Заведующий кафедрой

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

*наименование кафедры*

*подпись*

В.Ю. Полищук

*расшифровка подписи*

Исполнители:

*должность*

*подпись*

С.Ю. Соловых

*расшифровка подписи*

*должность*

*подпись*

*расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

*код наименования*

*личная подпись*

В.Ю. Полищук

*расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

*личная подпись*

Н.Н. Грицай

*расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета

*личная подпись*

Т.М. Крахмалева

*расшифровка подписи*

№ регистрации \_\_\_\_\_

© СОЛОВЫХ С.Ю., 2016

© ОГУ, 2016

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

На базе современных достижений науки в сфере тепло- и массообмена овладеть методами расчета процессов химической технологии, в том числе с использованием современных компьютерных средств.

**Задачи:**

изучить законы термодинамики и тепломассообмена и способы их применения при практических расчетах, выявить основные способы энергосбережения, рациональные способы эксплуатации машин и технологического оборудования химических технологий, знать методики теплового и массообменного расчетов и моделирования технологических аппаратов химических производств.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.В.ОД.8 Ремонт и монтаж химического и нефтехимического оборудования*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><b><u>Знать:</u></b> методику обработки экспериментальных данных для исследования технологических процессов и природных сред в условиях тепло-массообмена</p> <p><b><u>Уметь:</u></b> использовать методы обработки экспериментальных данных для их последующего анализа</p> <p><b><u>Владеть:</u></b> навыками обработки данных для анализа технологических тепло-массообменных процессов и оценки работы аппаратов химических производств с помощью компьютерных средств</p>	ПК-14 способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе
<p><b><u>Знать:</u></b> методы математического моделирования и теорию оптимизации технологических процессов.</p> <p><b><u>Уметь:</u></b> применять на практике методы математического моделирования и оптимизации тепломассообменных процессов с целью энерго- и ресурсосбережения</p> <p><b><u>Владеть:</u></b> навыками математического моделирования и оптимизации энерго- и ресурсосберегающих процессов химических технологий на базе стандартных пакетов прикладных программ.</p>	ПК-16 способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	7 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>34,25</b>	<b>34,25</b>
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение расчетно-графического задания (РГЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям)	<b>109,75</b>	<b>109,75</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>диф. зач.</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Основные понятия о теплообменных процессах	5	1	0	-	4
2.	Теплопроводность.	10	1	1	-	8
3.	Излучение.	8	1	1	-	6
4.	Теплоотдача	19	3	4	-	12
5.	Применение тепловых процессов в промышленности.	22	2	4	-	16
6.	Общее понятие о массообменных процессах	6	1	0	-	4
7.	Молекулярная диффузия	7	1	0	-	6
8.	Сорбционные процессы	14	2	2	-	10
9.	Ректификация	16	2	2	-	12
10.	Экстракция.	9	1	0	-	8
11.	Сушка.	20	2	2	-	16
12.	Растворение и кристаллизация.	9	1	0	-	8
	Итого:	144	18	16	-	110
	Всего:	144	18	16	-	110

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### 1 Основные понятия о теплообменных процессах.

Общее понятие теплопередачи. Основной закон теплопередачи. Коэффициент теплопередачи.

#### 2. Теплопроводность.

Определение теплопроводности. Температурный градиент. Основной закон теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Математическое моделирование процесса теплопроводности

#### 3. Излучение.

Идеальные и реальные лучистые тела. Законы Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта. Степень черноты тела. Математическое моделирование процесса передачи теплоты излучением

#### **4. Теплоотдача**

*Конвективный теплообмен. Основной закон теплоотдачи. Связь коэффициента теплопередачи с коэффициентами теплоотдачи. Движущая сила теплообменных процессов. Критерии теплового подобия. Математическое моделирование конвективного теплообмена*

#### **5. Применение тепловых процессов в промышленности.**

*Теплоотдача при вынужденном и свободном продольном и поперечном движении жидкостей и газов относительно труб. Теплоотдача при конденсации и кипении жидкостей. Методика теплового расчета теплообменников. Типовые конструкции кожухотрубчатых и пластинчатых теплообменников. Устройство конденсаторов и градирен.*

#### **6.Общее понятие о массообменных процессах**

*Общая классификация массообменных процессов: сорбция, экстракция, ректификация, сушка, растворение и кристаллизация. Материальный баланс массообменных процессов. Основное уравнение массопередачи. Линия равновесия. Рабочая линия процесса.*

#### **7. Молекулярная диффузия**

*Первый закон Фика. Дифференциальное уравнение молекулярной диффузии (второй закон Фика). Движущая сила массообменных процессов. Число единиц переноса. Высота единиц переноса. Связь коэффициента массопередачи с коэффициентами массоотдачи. Критерии подобия в массообменных процессах. Математическое моделирование молекулярной диффузии*

#### **8. Сорбционные процессы**

*Абсорбция – физическая сущность, область применения. Абсорбент и абсорбтив. Абсорберы. Гидродинамические режимы работы. Адсорбция – физические основы, виды, сущность. Адсорбент и адсорбтив. Уравнение материального баланса и расчет адсорбционной аппаратуры. Виды насадок, требования предъявляемые к ним. Типы тарелок. Особенности эксплуатации. Десорбция.*

#### **9. Ректификация**

*Ректификация: основы теории и законы перегонки. Фазовые диаграммы. Идеальные и реальные смеси. Фракционная перегонка. Материальный баланс процесса перегонки. Ректификация: экстрактивная, азеотропная, дефлегмация. Аппараты для проведения ректификации – расчет и конструктивные особенности.*

#### **10 Экстракция.**

*Экстракция – сущность, базовые понятия. Процессы экстракции в системе жидкость – жидкость. Равновесие в процессах экстракции. Схемы экстракции. Устройство экстракционных аппаратов.*

#### **11 Сушка.**

*Сушка – общая характеристика процессов. Влага – свободная и связанная: химически, физико-химически и механически. Кинетика сушки и скорость процесса. Способы и виды сушки, применяемые в химической промышленности. Материальный и тепловой баланс сушки. Виды сушилок.*

#### **12. Растворение и кристаллизация.**

*Концентрация растворов. Растворимость. Растворители и растворенные вещества. Закон Дальтона. Закон Генри. Закон Рауля. Аппараты для проведения процессов растворения. Способы интенсификации растворения. Кристаллизация – основы теории и область применения. Полиморфизм. Кривые равновесия. Способы кристаллизации, оборудование.*

### **4.3 Практические занятия (семинары)**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2,3	Компьютерное моделирование процессов передачи теплоты теплопроводностью и излучением.	2
2,3	4	Компьютерное моделирование процессов теплоотдачи	4
4,5	5	Расчет теплообменника	4
6	8	Расчет абсорбера	2
7	9	Элементы расчета ректификационной колонны	2
8	11	Компьютерное моделирование процессов сушки	2
			16

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. **Касаткин, А.Г.** Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г. Касаткин. - 7-е изд. - М. : Гос. научно-техническое изд-во хим. лит., 1961. - 831 с. - ISBN 978-5-4458-5004-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220605>
2. **Романков, П.Г.** Массообменные процессы химической технологии : учебное пособие / П.Г. Романков, В.Ф. Фролов, О.М. Флисюк. - СПб. : Химиздат, 2011. - 439 с. - ISBN 978-5-93808-194-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=99360> .

### 5.2 Дополнительная литература

1. **Дытнерский, Ю. И.** Процессы и аппараты химической технологии [Текст] : в 2 кн.: учеб. для вузов / Ю. И. Дытнерский. - М. : Химия, 2002 - ISBN 5-7245-1230-0.  
**Ч. 1** : Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты. - 400 с.: ил. - ISBN 5-7245-1231-9.  
**Ч. 2** : Массообменные процессы и аппараты. - 368 с.
2. **Владимиров, А. И.** Основные процессы и аппараты нефтегазопереработки [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. И. Владимиров, В. А. Щелкунов, С. А. Круглов. - М. : Недра, 2002. - 227 с.
3. **Гухман, А. А.** Применение теории подобия к исследованию процессов тепло-массообмена [Текст] : процессы переноса в движущейся среде / А. А. Гухман. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1974. - 328 с
4. **Дьяконов, В.Г.** Основы теплопередачи : учебное пособие / В.Г. Дьяконов, О.А. Лончаков ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань : Издательство КНИТУ, 2011. - 230 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7882-1114-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258437> .
5. **Фролов, В.Ф.** Методы расчёта процессов и аппаратов химической технологии: (примеры и задачи) : учебное пособие / В.Ф. Фролов, П.Г. Романков, О.М. Флисюк. - СПб. : Химиздат, 2010. - 544 с. - ISBN 978-5-93808-182-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=98345> .

### 5.3 Периодические издания

- Теплоэнергетика : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.
- Успехи физических наук : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://biblioclub.ru/> - ЭБС «Университетская библиотека онлайн» — это электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной литературе по всем отраслям знаний ведущих российских издательств для учебных заведений. Каталог изданий систематически пополняется новой актуальной литературой.
2. <http://znanium.com/> - ЭБС Znanium.com - разработка Научно-издательского центра ИНФРА-М – это коллекция электронных версий книг, журналов, статей и пр., сгруппированных по тематическим и целевым признакам. В ЭБС реализована система поиска и отбора документов с удобной навигацией, созданием закладок, формированием виртуальных «книжных полок», сервисом страничного копирования, сбором и отображением статистики использования ЭБС, а также другими сервисами, способствующими успешной научной и учебной деятельности.

## **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

1. Операционные системы для рабочих станций Microsoft Windows
2. Офисные приложения для рабочих станций Microsoft Office Professional Plus (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access)
3. Программное средство LabWorks ver 1.2 – комплекс виртуальных лабораторных работ по гидравлике и теплообмену.
4. Учебный комплект Компас 3D v14 (проектирование и конструирование в машиностроении)
5. Технорма / Документ [Электронный ресурс] : [система программных продуктов] / ООО Глосис-Сервис, ФБУ КВФ Интерстандарт. – Версия 1.11.36. – Электрон. дан. и прогр. –[Москва; Санкт-Петербург], [1999–2013]. – Режим доступа осуществляется в локальной сети ОГУ.
6. Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва, [1992–2016]. – Режим доступа : в локальной сети ОГУ <\\fileserv1\!CONSULT\cons.exe>

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

**Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины**  
**«Б.1.В.ДВ.6.2 Тепло- и массообменные процессы химической технологии»**

Направление подготовки: 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии  
код и наименование

Направленность: Машины и аппараты химических производств  
Год набора 2016

Дополнения и изменения к рабочей программе на 2019/2020 учебный год рассмотрены и утверждены на заседании кафедры

машин и аппаратов химических и пищевых производств  
наименование кафедры

протокол № 8 от "18" 02 2019 г.

Заведующий кафедрой

машин и аппаратов химических и пищевых производств  
наименование кафедры



А.В. Колотвин  
расшифровка подписи

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий отделом комплектования Научной библиотеки ОГУ

  
личная подпись  
расшифровка подписи

дата

Уполномоченный по качеству факультета (института)

  
личная подпись

Т.М. Крахмалёва  
расшифровка подписи

дата

В рабочую программу вносятся следующие дополнения и изменения:

**5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

**5.2 Дополнительная литература**

**Методы решения задач теплопереноса:** Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде : учебное пособие / В.И. Коновалов, А.Н. Пахомов, Н.Ц. Гатапова, А.Н. Колиух ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 81 с. : ил., табл., схем. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277809>.

**5.3 Периодические издания**

– Теплоэнергетика : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2018.