

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 "28" 02 2017г.

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

расшифровка подписи

В.Ю. Полищук

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

Т.М. Крахмалева

расшифровка подписи

№ регистрации _____

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, и 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><u>Знать:</u> методику обработки экспериментальных данных для исследования технологических процессов и природных сред в условиях тепло-массообмена</p> <p><u>Уметь:</u> использовать методы обработки экспериментальных данных для их последующего анализа</p> <p><u>Владеть:</u> 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><u>Знать:</u> методы математического моделирования и теорию оптимизации технологических процессов.</p> <p><u>Уметь:</u> применять на практике методы математического моделирования и оптимизации тепломассообменных процессов с целью энерго- и ресурсосбережения</p> <p><u>Владеть:</u> 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 |
| Общая трудоёмкость | 144 | 144 |
| Контактная работа: | 34,25 | 34,25 |
| Лекции (Л) | 18 | 18 |
| Практические занятия (ПЗ) | 16 | 16 |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | 0,25 | 0,25 |
| Самостоятельная работа: - выполнение расчетно-графического задания (РГЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям) | 109,75 | 109,75 |
| Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет) | диф. зач. | |

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", 2017.

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 постраничного 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 тепломассообмену.
4. Учебный комплекс Компас 3D v14 (проектирование и конструирование в машиностроении)

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.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.